

孟宗竹を微生物反応槽に用いた回転円板装置による窒素除去性能

松江工業高等専門学校 学生会員 ○中祖 惟月
 松江工業高等専門学校 正会員 山口 剛士

1. はじめに

微生物の代謝反応により水処理を行う生物学的処理は、下水処理をはじめとして、多くの場所で用いられている。また生物学的処理の一つである回転円板法は、装置自体の回転により酸素供給を行うため、曝気を必要とせず、低コストでの運転が可能かつ維持管理が容易なことから、有機物の除去だけではなく、アンモニア態窒素の除去にも有効である。島根県の宍道湖湖心および宍道湖に流入する十四間川では、卓越したアンモニア態窒素の蓄積により、悪臭などの環境問題が発生している¹⁾。また、東南アジアなどの新興国の河川や湖沼においてもアンモニア態窒素が蓄積しており、硝化反応を促進させるための技術および装置が求められている。そこで、本研究では、微生物反応槽となる円板装置の材質に孟宗竹を用い、微生物担体として孟宗竹の竹炭を用いた回転円板装置を開発した。孟宗竹を用いることで、プラスチックのごみ処理問題の解決に寄与するだけでなく、環境問題となっている竹害も同時に防ぐことができるのではないかと考える。本発表では、孟宗竹を用いた回転円板装置によって、十四間川の DIN 濃度 (25 ppm) に対する硝化性能および脱窒の促進を目指した脱窒槽の設置およびメタノール添加による脱窒機構の有用性について報告する。

2. 実験方法

(1) 回転円板装置の立ち上げ

竹と竹炭を用いた回転円板装置による実験機構を図 1 に示す。水槽内に流入させる模擬排水は、液体肥料（住友化学園芸，花工場原液）を希釈し作製した。竹の反応槽に用いた汚泥は、松江市東部浄化センターより採取した余剰汚泥に竹炭を浸し、一週間馴養した。その後、馴養した生物竹炭を竹の反応槽 6 本に完全充填し、連続式運転を開始した。連続式運転による運転条件を表 1 に示す。

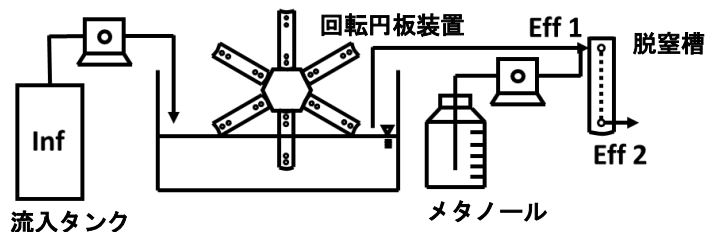


図 1 回転円板装置および脱窒槽を用いた機構

(2) 水質分析

Phase 1 および Phase 2 では、装置の流入部 (Inf) および脱窒槽前 (Eff 1)、脱窒槽後 (Eff 2) の計 3 か所のサンプルを採取し、pH、水温、DO、COD、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の測定を行った。測定については、Hach 社が指示するプロトコルに準拠し行った。また、測定から得られたアンモニア態窒素の平均除去率から硝化性能、硝酸態窒素の平均除去率から脱窒性能を確認した。

表 1 運転条件および測定項目

フェーズ	日数	流入濃度	回転速度	C/N 比
Phase 1	0~13	25 ppm	1 rpm	8.0
Phase 2	13~108	25 ppm	1 rpm	4.0

測定項目	単位	流入(Inf)	脱窒槽前 (Eff1)	脱窒槽後 (Eff2)
pH	-	6.7±0.4	5.0±0.4	6.3±0.3
水温	°C	19.4±5.4	19.4±5.4	19.4±5.4
DO	mg/L	2.1±0.5	6.6±0.7	7.2±0.4
COD	mg/L	0.2±0.6	3.2±3.2	21±9.2
アンモニア態窒素	mg/L	10.9±1.1	2.1±1.2	1.4±0.7
亜硝酸態窒素	mg/L	0.10±0.06	0.08±0.06	0.05±0.02
硝酸態窒素	mg/L	12.1±0.9	16.8±0.8	10.0±1.6

キーワード 回転円板法，硝化反応，脱窒反応，C/N 比

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4 松江工業高等専門学校 生産・建設システム工学専攻 2 年

T E L 0852-36-5261

(3) 脱窒槽の設置および有機物の添加

回転円盤装置のみでは、流出部において硝酸態窒素の蓄積が見られ、脱窒反応の促進が確認できなかった。そこで、流出部に脱窒槽を1本設けることによって、硝酸態窒素の除去を図った(図1)。同時に、脱窒菌の基質としてメタノールを流量 0.5 ml/min で添加した。メタノールの濃度については、C/N 比が 4.0 および 8.0 になるように濃度調整を行った²⁾³⁾。

3. 実験結果および考察

(1) 硝化性能

アンモニア態窒素の濃度と pH 値の関係を図2に示す。回転速度を 1 rpm, C/N 比を十四間川と同様の 8.0 に設定した Phase 1 では、アンモニア態窒素の平均除去率は 93 ± 2 %, Phase 2 では 85 ± 0.1 %であった。各 Phase において高い除去率が確認できたことから、十四間川の流入濃度 25 ppm に対して良好な硝化が生じていると考えられる。また、pH に着目しても、装置への流入時と比較して、脱窒槽前 (Eff1) で低くなっていたことから、装置内で硝化反応が生じていることが示唆された。

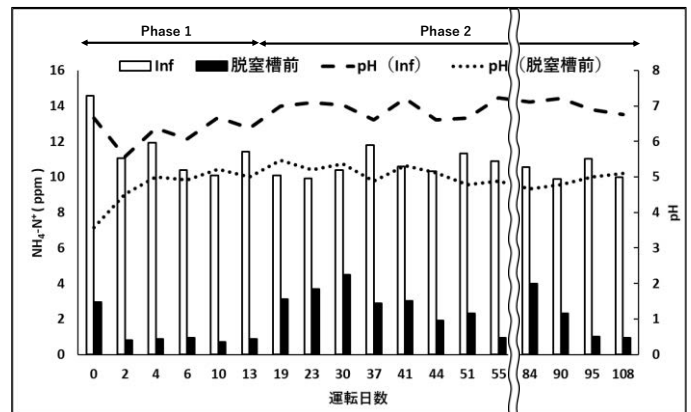


図2 各 Phase におけるアンモニア濃度と pH の挙動

(2) 脱窒性能

硝酸態窒素の濃度と COD 除去率の関係を図3に示す。脱窒性能は、脱窒槽前と脱窒槽後の硝酸態窒素の濃度により判断した結果、Phase 1 では、32 ± 0.1 %, Phase 2 では 48 ± 0.1 %であった。COD の平均除去率は、Phase 1 では 36 %, Phase 2 では 70 %であった。結果より、C/N 比を 8.0 に設定した Phase 1 では、脱窒を担う微生物より炭素を栄養源とする微生物が優先的に生じたことが示唆された。また、Phase 2 では、Phase 1 よりも硝酸態窒素の濃度が減少したことから、硝化細菌よりも脱窒細菌が優先的に増殖した可能性が示唆された。

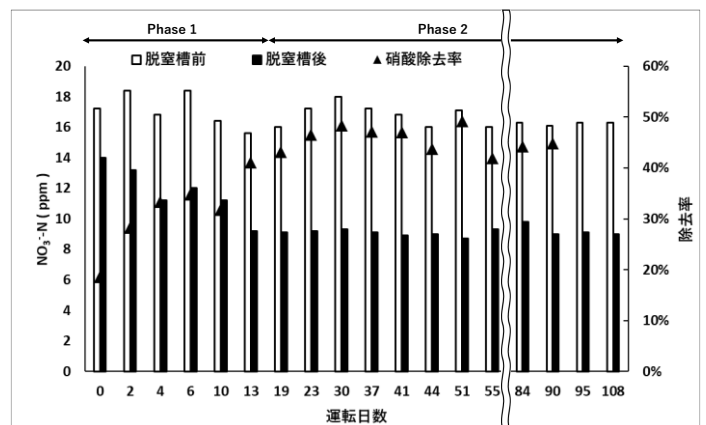


図3 各 Phase における硝酸濃度と硝酸除去率

(3) 停電および装置のトラブル

実験装置の稼働中、Phase 2 の 66 から 77 日目において、停電および装置のトラブルが生じた。しかし、実験装置再稼働後もアンモニア除去率および硝酸除去率に目立った低下は見られなかった。したがって、1 週間程度の装置停止に対しても、各種水処理性能を維持できることを確認した。

4. まとめ

硝化については、各 Phase において十四間川の DIN 濃度 (25 ppm) に対して良好な反応が生じることを確認できた。脱窒については、脱窒槽の導入およびメタノール添加によって C/N 4.0 の時に、50 %程度反応が促進することを確認でき、1 週間程度の装置トラブルが生じた際にも処理性能が維持できることを確認した。今後は、身近な池や河川への適用に向け、微生物活性の計測や添加する有機物の種類の検討を行い、装置内に生息する微生物の微生物群集構造解析を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 斉藤ら, 土木学会論文 B2, Vol. 69, 2013, 2) Shenbin Cao et al, *Chemical Engineering Journal*, Vol.362, 2019
- 3) Mathava Kumar et al, *Bioresource Technology*, Vol.113, 2012