

回分式活性汚泥法による硝化・脱窒操作

熊本大学 学生員 ○北園 力
熊本大学 松山 秀明
熊本大学 正会員 中島 重旗

1. はじめに

近年の富栄養化現象の進行に伴い、その原因の1つとされる窒素の排出規制が平成5年より強化された。それを受けて排水の高度処理が必要となってきた。窒素除去で現在、生物学的硝化・脱窒はその中心技術となっている。しかしそれも排水処理方式が異なれば処理を担う活性汚泥の生育環境が異なるので、生物活性や生物構成も異なってくる。したがって排水をより効率的に処理するためには微生物学的な知見が不可欠になると思われる。そこで本研究ではpH、SRT、硝化菌添加による環境条件の影響について回分式活性汚泥法を用いて微生物学的に検討を行なうものである。

2. 実験装置および方法

実験装置は恒温水槽内に有効容積2 lの円柱型水槽を3槽用意した。運転操作は、①原水流入(0.5 h)、②曝気(1.5 h)、③曝気停止(7 h)、④再曝気(0.5 h)、⑤沈殿(0.5 h)、⑥処理水流出(0.5 h)という順でタイマーにより制御した。曝気停止中はマグネット式スターラーを用いて、活性汚泥が沈殿しないように100 (l/min)程度で攪拌した。脱窒素剤にはグルコースを使用し、添加量は $\text{NO}_x\text{-N}$ ($=\text{NO}_2\text{-N}+\text{NO}_3\text{-N}$) 生成量により決定した。グルコース添加に伴うBODを除去するために嫌気終了直前に再曝気を行なった。曝気量については溶存酸素が3.0~4.0 mg/l程度となるように設定した。これは、各槽において溶存酸素による影響を極力なくするためである。またpH調整は炭酸水素ナトリウム(NaHCO_3)または塩酸(HCl)を用いて原水添加直後に添加し、添加量は好気終了時のpHより決定した。なお、汚泥引抜きは再曝気の時に行なった。表-1に模擬排水の基質組成と濃度を、表-2、3、4に各テストにおける実験条件を示す。

3. 結果と考察

(1) pHの違いによる硝化・脱窒反応

本研究ではpHを7、8(順にB、C槽)に設定し、無調整槽(A槽)を比較として用いた。pH無調整のA槽は定常期に入るとpH6付近で安定した。表-5に各槽における処理成績の平均値を示す。

表-5 各槽における処理成績

	A	B	C
MLSS (mg/l)	4884	5041	4959
MLVSS (mg/l)	4446	4618	4522
MLVSS/MLSS	0.93	0.93	0.91
原水流入直後TOC (mg/l)	298.1	302.0	299.3
処理水TOC (mg/l)	25.8	31.5	55.3
TOC除去率 (%)	91.3	89.6	81.5
原水流入直後BOD ₅ (mg/l)	524.0	524.0	524.0
処理水BOD ₅ (mg/l)	5.5	6.4	26.0
BOD ₅ 除去率 (%)	99.0	98.8	95.0

表-1 模擬排水の基質組成と濃度

グルコース	36
スターチ	20
ペプトン	16
尿素	16.9
リン酸1カリウム	2

単位 (g/l)

BOD:N:P=100:20:1

表-2 テスト1, 2, 3共通条件

原水供給量 (ml/H)	20
入替水量 (l/H)	1
BOD容積負荷量 (kg/m ³ ・H)	0.5
窒素負荷量 (kg/m ³ ・H)	0.1
水温 (℃)	25
種汚泥	酪農のミルク処理場

表-3 テスト1 実験条件

槽	A	B	C
pH	無調整	7	8
SRT (H)	20		

表-4 テスト2, 3 実験条件

槽	D	E	F	G
SRT (H)	5	10	15	20
pH	7			

ただしG槽はテスト2のみ

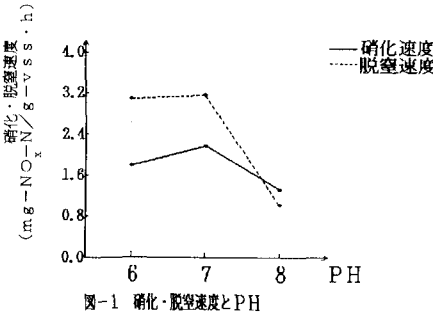


図-1 硝化・脱窒速度とpH

BOD₅、TOCともに4～10%程度A槽と比べてC槽の除去率が低かったが、これは脱窒率がA、B槽より低いのでグルコースが水素供与体としてあまり利用されずに残留したものと考えられる。図-1に硝化速度・脱窒速度とpHとの関係を示す。硝化速度、脱窒速度ともにpH6～7にかけて(特に7付近)最も高くなり、pH8に近づくにつれて急激に低下する。図-2で硝化率・脱窒率とpHの関係をグラフに示す。pHが高いほど硝化率も高くなっているが、pH8のときの脱窒率が7付近と比べて著しく低下しているので次の工程にNO_x-N濃度が残留し、そのために硝化率に影響を与えたと考えられる。その時の濃度は原水添加直後でNO_x-N濃度が20～40mg/l(15～30%)程度であった。

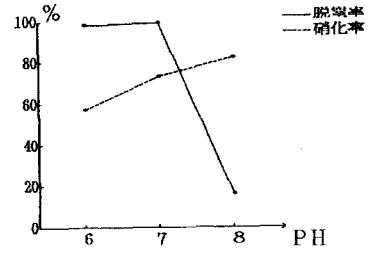


図-2 硝化率・脱窒率とpH

(2) SRTの違いによる硝化・脱窒反応

本研究ではSRTを5日、10日、15日、20日(順にD～G槽)に設定した。表-6に各槽における処理成績の平均値を、図-3に硝化速度・脱窒速度とSRTの関係を示す。SRT5日～20日までのBOD₅、TOC除去率に大きな差がみられなかった。したがって処理水BOD₅をさらに除去するためには他の環境因子を考えていく必要がある。

表-6 各槽における処理成績の平均値

	D	E	F	G
MLSS	1904	2907	3726	5041
MLVSS	1714	2587	3316	4618
MLVSS/MLSS	0.90	0.89	0.89	0.93
原水流入直後TOC (mg/l)	313.5	313.5	303.0	302.0
処理水TOC (mg/l)	40.0	37.7	45.8	31.5
TOC除去率 (%)	87.2	88.0	84.9	89.6
原水流入直後BOD ₅ (mg/l)	524.0	524.0	524.0	524.0
処理水BOD ₅ (mg/l)	11.2	10.9	12.5	6.4
BOD ₅ 除去率 (%)	97.9	97.9	97.6	26.0

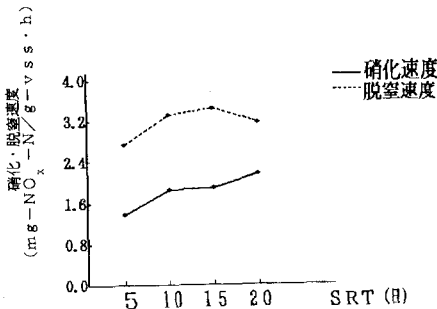


図-3 硝化・脱窒速度とSRT

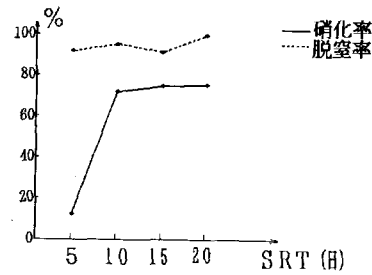


図-4 硝化率・脱窒率とSRT

4. まとめ

今回は硝化菌添加による影響は記述しなかったが、発表時にはpH、SRTと硝化菌添加を組み合わせ、微生物の活性や増殖速度等の影響について報告したいと思う。

<参考文献>

- 1) 森山克美・高橋正宏; 高負荷条件下における生物学的栄養塩除去プロセスの制御, 環境工学研究論文集, 第29巻, 1992
- 2) 辻幸男; 快適環境を求めて 水処理装置の計画・設計と留意点(X) 生物処理(9) 生物学的窒素・リン除去①, 1990