

担体投入型生物処理システムによる都市下水の窒素除去

宮崎大学工学部 (学) ○平良浩保, (正) 鈴木祥広, (正) 丸山俊朗

1. はじめに

近年、湖沼や内湾など閉鎖性水域の富栄養化の防止を目的として下水中に含まれる窒素、リンの除去を目的とした高度処理システムの開発が強く望まれている。現在、処理時間の短縮や処理の安定を図る処理法として、反応タンク内の微生物濃度を高めることを目的とした担体利用処理法が開発されてきている。本法は、窒素とリンの除去に関して効率的であるとされ、今後、既存の活性汚泥法を本法に改築する場合も想定される。そこで本研究では、微生物固定化担体を充填した担体投入型の連続処理システムを構築し、好気・嫌気条件の制御を行い、下水の高度処理における処理時間の短縮化について検討した。処理時間の合計水理学的滞留時間 (HRT) を 16hr, 8hr, および 4hr と短縮させ、窒素除去および処理水の水質から処理性能を評価した。

2. 実験装置ならびに方法

2.1 実験装置

図-1 に担体投入型生物処理システムの概略を示す。システム (全水量 200L) は 3 つの槽から構築されており、第 1 槽 (BOD 除去槽, 50L)、第 2 槽 (硝化槽, 50L)、3 槽目 (脱窒槽, 100L) から構成され、さらに後段には仕上げ処理槽として散水ろ床 (網目ろ材) を設けた。各槽は直列に接続し、A 処理場最初沈殿池越流水を通水した。各槽にはそれぞれ発泡ポリプロピレン製中空円筒状担体 (NKK 社製; 内径 3mm, 外径 4mm, 長さ 5mm) を充填した。充填率は、第 1 槽と第 2 槽は 40%、第 3 槽は 50% とした。表-1 に装置の運転条件を示す。

2.2 運転方法

第 1 槽および第 2 槽は有機物酸化と硝化のための好気槽であることから曝気し、送気量は、担体を流動させることも考慮して流入水量の 10 倍量とした。第 3 槽は嫌気条件において担体と水との接触頻度を高めるために密閉型とし、攪拌機を用いて槽内の担体を混合した。また、脱窒のための水素供与体として、メタノールを第 3 槽流入水の NO₃-N 濃度の 3 倍量注入した。システムの HRT は 16hr, 8hr および 4hr に段階的に短縮させ、各

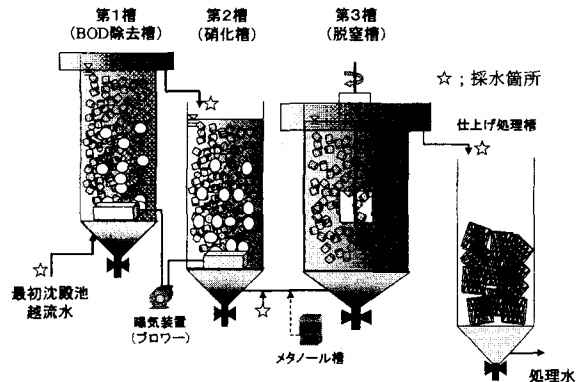


図-1 担体投入型生物処理システム

表-1 システムの運転条件

RUN No		1	2	3
流入水量 (m ³ /d)		0.3	0.6	1.2
曝気量 (m ³ /d)		3	6	12
HRT (hr)	第1槽	4	2	1
	第2槽	4	2	1
	第3槽	8	4	2
計		16	8	4
担体充填率 (%)	第1槽	40		
	第2槽	40		
	第3槽	50		
アルカリ剤注入の有無		無し		

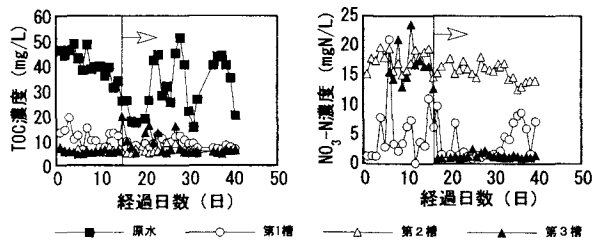


図-2 RUN1; HRT16hr における原水および処理水の TOC と NO₃-N の経日変化

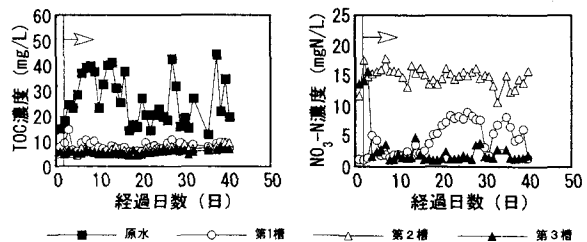


図-3 RUN2; HRT8hr における原水および処理水の TOC と NO₃-N の経日変化

キーワード 下水処理, 微生物固定化担体, 硝化, 脱窒

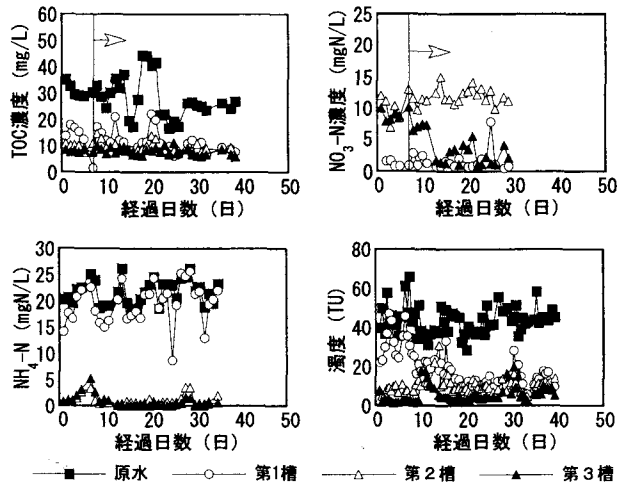
連絡先 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL:0985-58-7339, FAX:0985-58-7334

プロセスへの汚濁負荷を増大させた。沈殿・蓄積した汚泥は各反応槽の下部にあるホッパーから定期的に一定量を引き抜いた。測定項目は、濁度、水温、pH、DO、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-N、および TOC とした。

3. 結果と考察

(1) RUN1 (HRT16hr)

図-2には、HRT16hrにおける TOC と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経日変化を示した(矢印はメタノール注入開始日を示す)。原水の TOC は第1槽の処理プロセスを通過することで著しく減少した。第1槽における TOC 除去率は平均70%(9.3mg/L)であった。またメタノール注入後における第3槽の $\text{NO}_3\text{-N}$ の平均値は1.3mgN/Lであり、脱窒が良好であったと判断される。第3槽流出水の TOC 濃度は流入水よりも約1.0mg/L 高くなっただけであり、脱窒を行う際に注入したメタノールによる余剰有機物負荷の影響は、ほとんど無かった。以上のことから HRT:16hr の条件では約95%の窒素除去が可能であった。



(2) RUN2 (HRT8hr)

図-3には HRT8hrにおける TOC と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経日変化を示した。図-2の HRT16hr と同様に、原水の TOC 濃度の変動に因らず第1槽での TOC の除去率は平均70%(8.0mg/L)となり安定して除去された。RUN1と同様に、第3槽流出水の TOC 濃度の上昇も見られず、メタノールによる水質への影響は無かった。第3槽流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は平均1.9mgN/Lであり、HRTを1/2に短縮した場合でも RUN1 の HRT16hr と同等の処理水質が得られた。

図-4 RUN3;HRT4hr における原水および処理水の TOC、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および濁度の経日変化

(3) RUN3 (HRT4hr)

図-4には HRT4hrにおける TOC、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、および濁度の経日変化を示した。RUN1、2と比較して第1槽流出水の TOC 濃度は平均10mg/L以上と高くなり、流入負荷が増加したことによる影響が見られた。しかしながら、第2槽における硝化反応(硝化率90%以上)は安定していた。第3槽においては、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ が平均2.6mgN/Lと RUN1,2 より高く、HRT16hr と8hrと比較して脱窒の機能がわずかに低下した。また、第3槽の処理水濁度は平均20TUとなり、RUN1、RUN2の第3槽処理水濁度と比較して、それぞれ17倍と3倍以上も高くなった。HRT4hrの条件においては、脱窒と濁度処理プロセスの機能が他の HRT 条件と比較して著しく低下することが分かった。

4. まとめ

都市下水の最初沈殿池越流水を原水として、担体を投入した硝化-脱窒システムを用いて生物処理の合計 HRT を16hr、8hr および4hr と変化させて連続処理実験を行った。得られた知見を以下にまとめる。

- (1)第1槽では HRT16hr と8hrにおいて共に TOC 除去率が70%となり、安定して除去できたが、HRTを4hrまで短縮すると流入負荷が増大し、TOC 除去率が40%に低下した。
- (2)第2槽では HRT4hrの条件においても硝化率は90%以上であり、硝化の機能は良好であったと判断される。第3槽では HRT4hrの条件で、わずかに脱窒の機能が低下した。

以上の結果から担体投入型生物処理システムは、HRT4hrの短時間において効率的に窒素除去が可能であることが示された。

参考文献

- 1) (財)下水道新技術推進機構：新技術の普及を目指す「技術マニュアル」総覧，pp119-122，2002。