## 上昇流スラッジブランケット型反応器と接触酸化槽を組み合わせた

## BOD,窒素同時除去システムの開発

## 長岡技術科学大学 上原 大摩, 関口 勇地 大橋 晶良, 原田 秀樹

1.はじめに

現在、公共用水域の水質悪化や閉鎖性水域の富栄養化が 問題となっており、下水処理においても高度処理が要求さ れている。しかし、現行の活性汚泥法では、有機物は除去 されるものの、窒素除去はほとんど期待できない。そこで 本研究では、BODと窒素の同時除去システムの開発を目 的として、上昇流スラッジブランケット反応器(Upflow Sludge Blanket: USB)と接触酸化槽(Moving Carrier Bed: MCB)を組み合わせたパイロットプラントを都市下水処 理場に設置し、実下水を用いた連続処理運転を行った。

また、微生物固定化担体にFISH(Fluorescence in situ hybridization)法を適用し、システム内の硝化細菌の動態 および空間分布の把握を試みた。

2. 実験方法

本実験システムを Fig.1 に示す。MCB1 には、直径 3mm の球状担体を用い、MCB2 には、直径 5mm の中空円筒状 担体を用いた。担体充填率はそれぞれ容積比 5% 投入し、 担体が十分流動するよう曝気を行った。リアクターへの流 入水は、スクリーン通過後の実下水を用いた。まず、実験 は USB に循環を行わず下水のみを供給し運転を開始した (0~45 日目、Phase1)。その後、循環比2の条件で USB に 下水+循環水を供給した(46~153 日目、Phase2)。また、 実験期間を通じて温度制御は行わず無加温で運転した。

FISH 法は Amann ら<sup>1)</sup>の方法に準じて行った。サンプリ ングした担体は、4% パラホルムアルデヒド溶液によって 固定し、包埋、急速冷凍した後、切片を作成した。本実験 に使用した蛍光 DNA プローブは、アンモニア酸化細菌を 特異的に検出できる Nso190(TRITC)を用いた。ハイブリ ダイゼーションは、ホルムアミド濃度20%、46 で4時間、 洗浄は48 で30分間行った。その後、試料は共焦点レー ザー走査顕微鏡を用いて観察した。

## 3.実験結果および考察

Fig.2 に全 BOD の経日変化を示す。また、Table1 に各水 質分析項目の平均値を示す。Phase2 においては流入下水 200mg/L 程度であったものが USB 処理水で 35mg/L 程度、 MCB1,2 は 15mg/L 程度となった。また、全 BOD 除去率は、



Fig.1 Schematic representation of USB-MCB combined system (Phase2).



Fig.2 Total BODs of Sewage, USB influent, USB effluent, MCB1 effluent and MCB2 effluent.



Fig.3 Time course of NH4-N removal by the whole system, MCB1 reactor and MCB2 reactor.

キーワード:下水処理,有機物除去,窒素除去,微生物固定化担体,FISH法 連絡先:〒940-2114 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 環境建設系 TEL.0258-46-1611(内線6313) FAX.0258-47-9600 システム全体で90%以上の卓越した有機物除去能が得られた。

Fig.3 にアンモニア性窒素除去率の経時変化を示す。循 環開始後(Phase2)除去率は90%程度と良好であったが、 温度が低下し運転温度が15以下の期間が続くと除去率 は50%程度まで急激に低下した。また、アンモニア性窒 素除去率の低下に伴い全窒素除去能も低下しており、全 窒素除去率は、平均55%であった。

Fig.4 に硝化活性回分試験の結果を示す。試験は、直接 アンモニア基質を MCB に投入することによって測定し た。その結果、運転温度の低下に伴い活性値も低下した。 また、全体的に低い活性値は、BOD、SS 成分の影響によ るものと推察される。

担体に付着している硝化細菌の動態および空間分布を 把握するため担体切片 FISH法を適用した。Fig.5は、運転 温度 28.0 、アンモニア性窒素除去率 95%の投影画像で ある。アンモニア酸化細菌の大部分は直径5~20µm程 度の大小様々な球状クラスターで存在していることが観 察された。また、担体表層部と中心部の顕著な差は見られ ず、アンモニア酸化細菌は一様に分布していた。Fig.6は、 運転温度 9.5 、アンモニア性窒素除去率31%の投影画像 である。低温条件下でもアンモニア酸化細菌の存在は確 認できた。しかし、活性が低いため(Fig.4)アンモニア 酸化細菌の存在率は、少ないものとなっている。これは運 転水温が低下し、担体表面に原生動物の集塊が付着した ため、硝化細菌への酸素供給が律速となったためだと考 えられる。



Fig.5 Detection of nitrifying bacteria attached onto MCB1 carrier. Hybribization with TRITC-labeled probe Nso190 (Green).

Table1Summary of water quality parameter of<br/>Sewage, USB eff. and MCB eff. (Phase2).

8 /			· · ·	,
Items	Sewage	USB eff.	MCB1 eff.	MCB2 eff.
CODt (mg/L)	449(164)	84(27)	57(23)	56(20)
CODs (mg/L)	143(32)	57(16)	34(8)	33(8)
BODt (mg/L)	206(51)	35(13)	17(9)	14(5)
BODs (mg/L)	72(12)	21(8)	6(2)	4(2)
total-N (mgN/L)	58(13)	29(10)	27(9)	25(9)
NH4-N (mgN/L)	31(7)	18(8)	15(8)	9(8)
NO2-N (mgN/L)	N.D.	N.D.	0.1(0.4)	0.1(0.3)
NO3-N (mgN/L)	N.D.	0.4(0.6)	3.2(2.4)	8.3(3.6)
SS (mg/L)	190(113)	14(7)	17(16)	16(13)
DO (mg/L)	0.4(0.5)	0.1(0.1)	5.1(0.6)	5.9(0.8)
рН	7.4(0.2)	7.0(0.2)	7.2(0.1)	7.1(0.3)
Alkalinity (mg/L)	142(22)	110(28)	86(32)	54(30)
	USB inf. v.s. USB eff.		The whole system	
CODt removal (%)	54(8)		87(5)	
CODs removal (%)	16(19)		76(8)	
BODt removal (%)	54(13)		93(2)	
BODs removal (%)	11(38)		94(2)	
Total N removal (%)	20(15)		55(14)	
NH4-N removal (%)			71(23)	
SS removal (%)	80(7)		91(67)	
():standard deviation N. D. : Not Detect				



Fig.4 Rector volume basis nitrification rate in MCB reactor.



Fig.6 Detection of nitrifying bacteria attached onto MCB1 carrier. Hybribization with TRITC-labeled probe Nso190 (Red).

4.まとめ

有機物と窒素の同時除去を目的とした本システムでは、150日を越える連続運転期間において全BOD除去 率90%以上の卓越した有機物除去能が得られた。運転温度が15 以下の低温期になると硝化反応が律速にな り、急激にアンモニア性窒素除去率、全窒素除去率が低下した。しかし、アンモニア酸化細菌は、低温期に おいても確認することができた。このことから、年間を通して安定した窒素除去を行うためには、システム の変更や運転条件等を検討する必要がある。

【参考文献】 1) Amann et al., Microbiol.Rev., 59, pp.143-169, 1995