

自己造粒型バイオリアクタによる都市下水の無通気処理

北海道大学 正 神山 桂一
正〇井上 雄三

1 はじめに

微生物ペレットリアクタによる廃水処理は、近年急速に発展をとげてきている。その理由を挙げると、(1) リアクタ自身の有している固液分離機能を利用して微生物を高濃度に保持でき、反応速度を大きくすることができ、高効率化が計れること、および (2) ペレットの高密度化によって固液分離負荷を極めて大きく取ることができることなどである。一方、微生物ペレットの機能として吸着が有機物除去に少なからず寄与していることが予備実験によって示唆された。そこで、本リアクタにおいて微生物の吸着機能がどの程度下水処理に有効であるのか、またどのような条件で自己造粒機能が発揮されるのかを検討し、幾らかの知見を得たので報告する。

2 実験方法・条件

本プロセスは都市下水を無通気、上向流方式でカラム状リアクタに通水し、微生物による自己造粒機能と付着あるいは吸着機能を利用して有機物を除去しようとするものである。装置の概略を図-1に示す。リアクタは内径 50 mm の円筒カラム (容積; 2 l) であるが、カラム下部は偏流防止のために、径を小さくし (30mm)、軽量骨材を充填した。ペレット化した余剰汚泥は No. 7 サンプリング口 (汚泥床の高さ; 50 cm) より引き抜かれる。2ヶ月の予備実験の結果、滞留時間 20分 (ろ過速度 L_v ; 5cm/min)、攪拌条件 5 rpm でペレットの生成が確認されたので、その後表-1に示した条件で実験を行った。リアクタの温度コントロールは行っていないが、実験期間中のリアクタ内水温は同表に示したように16 ~ 12 °Cになっていた。

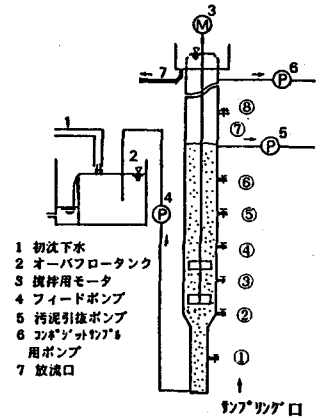


図-1 実験装置の概略

3 結果と考察

3.1 有機物の除去特性

図-2は札幌市S処理場初沈越流水の有機物の組成である。便宜上浮遊性 (PO) と溶解性 (SO) (0.45 μ g/100ml分画)、また溶解性有機物を生物易分解性有機物 (BDO) : 有機酸 (VFA, 85%以上酢酸) と有機酸以外の有機物 (NVO) および生物難分解性有機物 (NDO) に分画した。11月から約3ヶ月の平均でみると初沈下水の4割がPO、6割がSOである。BDOは5割、NDOは1割である。BDOについてはVFAが16%、NVOが34%であった。なお、S処理場ではNDOは約 10mg/l (as TOC) である。

図-3にTOCおよびDOCの除去率を示す。また図-4にSSの除去率を示す。これらの図から明らかに、ペレットリアクタでは接触時間 5~30分 (滞留時間は2倍になる) で浮遊性有機物のみならず溶

表-1 実験条件とリアクタ平均水温

Run No.	接触時間 (min)	ろ過速度 (cm/min)	期間 (d)	水温 (°C)
1	30	1.7	13	15.8
2	15	3.4	14	15.0
3	7.5	6.8	14	13.7
4	4.5	11.3	14	12.6
5	2	25.5	7	13.1
6	5	10.2	11	11.8
7	3.5	14.6	17	12.1

解性有機物も除去されていることがわかる。最大除去率は本実験の範囲では最大の接触時間で現れ、40%以上に達する。

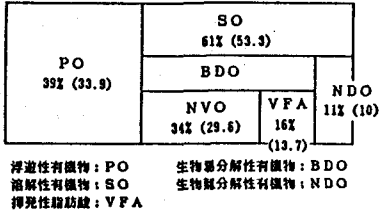


図-2 初沈下水の有機物組成
 (カッコ内は有機炭素濃度(mg/l))

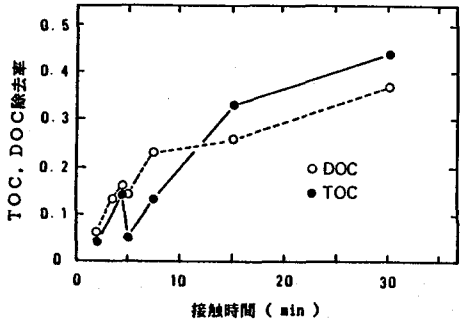


図-3 TOC 除去率と接触時間の関係

3.2 ペレット生成の条件

リアクタ内に微生物ペレットが高濃度に保持されるには流体力学および微生物学的条件を満足する必要がある。前者はペレットの沈降速度とろ過速度Lvとの関係で決まる。後者はペレット生成に関与する微生物の増殖速度とSRTとの関係で決まる。図-5はろ過速度と微生物ペレット濃度との関係を示したものである。図から限界ろ過速度は約10cm/minとなった。しかしながら、微生物ペレットとSRTとの間には明確な関係は得られなかった。

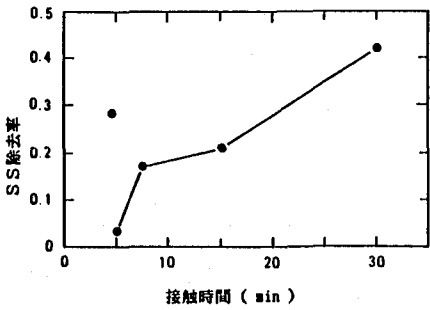


図-4 SS 除去率と接触時間の関係

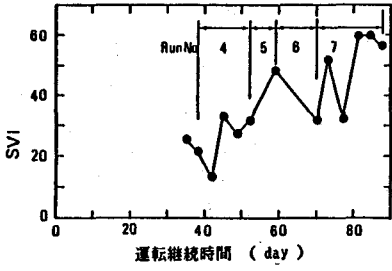


図-6 微生物ペレットSVIの経日変化

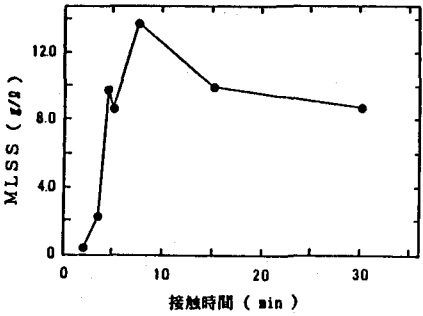


図-5 微生物ペレット濃度と接触時間の関係

3.3 ペレット汚泥の性状

図-6は接触時間とSVIとの関係を示したものである。ペレット汚泥のSVIは極めて小さく(ペレットが生成されない実験条件を除くと、30以下)、高密度のペレットが生成されていることを示している。この結果は汚泥濃縮プロセスを省略できる可能性を示唆している。なお、ペレット汚泥の脱水性状については検討できなかった。

3.4 微生物ペレットの硫酸還元特性

図-7はペレットリアクタの接触時間と硫酸還元率との関係を示したものである。接触時間が7.5min以下

になると急激に還元率が低下し、5 minではほとんど還元反応が停止した。これは (1)ペレットの生成速度 ($1/SRT$)が硫酸還元菌の増殖速度を上回ったこと、および (2)ペレット内の還元雰囲気は充分でなかったことなどが原因と思われるが、詳細は今後の研究課題としたい。

3. 4 微生物ペレットの電顕観察

微生物ペレットの形状、表面構造および生物相を調べるために走査電顕による観察を行った。観察されたサンプルはRun 5、接触時間5minの条件で生成されたペレットである。写-1は微生物ペレットの全体像である。ペレットはほぼ球形をしているが、写-2に示すようにその表面は糸状性微生物によって被われている。写-3はペレットの断面写真である。写真から明らかなように糸状性微生物はペレット表面にしか生息していない。恐らく好気性微生物であろう。これらの電顕写真から、ペレットは下水中の物質群の単なる物理化学的な凝集作用ではなく、明かに微生物学的な作用によって生成されるものと考えられる。

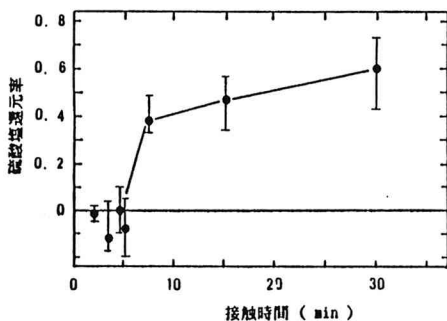
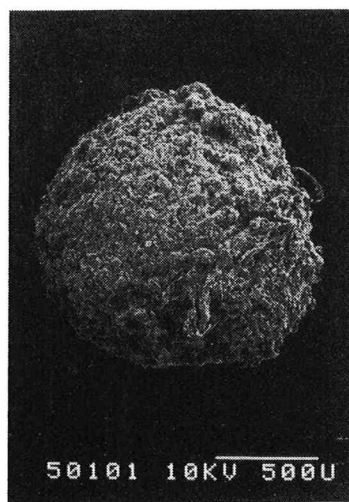


図-7 硫酸塩還元率と接触時間の関係

4 おわりに

本プロセスは、接触時間 5~30分で微生物ペレットが生成され、その結果浮遊物質だけでなく溶解性物質も除去できる機能を有していることが示されたが、それは定性的な範囲を越えていない。今後、ペレット生成とSRT、あるいは接触時間との定量的な関係を明らかにし、また微生物ペレットがどのような機能を持っているかを明らかにするつもりである。



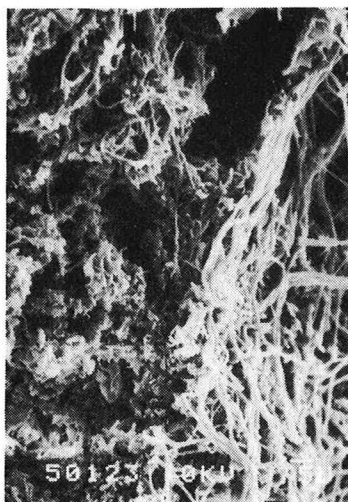
写-1

500 μ



写-2

5 μ



写-3

5 μ

(断面のSEM)

微生物ペレットのSEM写真