

II-475

都市下水処理における自己造粒型バイオリアクタの機能評価

北海道大学 正 井上 雄三 北沢 照啓* 正 神山 桂一

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。その理由は、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である。更には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。また、微生物の高濃度化によって吸着機能も利用可能になるものと推測される。本研究は微生物の吸着機能がどの程度下水処理に有効であるか、また自己造粒機能の発現条件を検討したものである。

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; 2ℓ)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表-2のようになっていた。

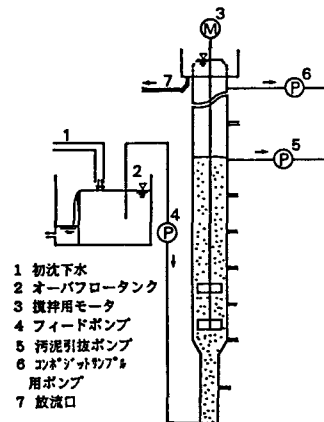


図-1 実験装置の概略

表-1 実験条件

Run No.	接触時間 (min)	ろ過速度 (cm/min)	期間 (day)
1	30	1.7	13
2	15	3.4	14
3	7.5	6.8	14
4	4.5	11.3	14
5	2	25.5	7
6	5	10.2	11
7	3.5	14.6	17

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)(0.45μg/ℓ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なように、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。

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 L_v 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。

3.3 ペレット汚泥の性状 図-6はSVIの経日変化を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15以下になることもあり、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

表-2 リアクタ内水温

Run No.	水温 (°C)
1	15.8
2	15.0
3	13.7
4	12.6
5	13.1
6	11.8
7	12.1

* 現(株)日立プラント勤務

結果は汚泥濃縮プロセスを省略できる可能性を示している。ペレット汚泥の脱水性状についても検討をすべきである。

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、5minではほとんど還元反応が停止した。恐らく1/SRTが硫酸還元菌の増殖速度を上回ったものと思われるが、詳細は不明である。

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5 min の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、その表面は極めて粗く、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。糸状性微生物はペレット表面にしか生息していないので、恐らくは好気性微生物と思われる。これらの電顕写真から、単なる物理化学的な凝集作用ではなく、極めて微生物学的な作用によるものであることがわかる。

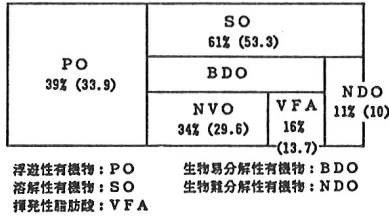


図-2 初沈下水の有機物組成
(カッコ内は有機炭素濃度(mg/l))

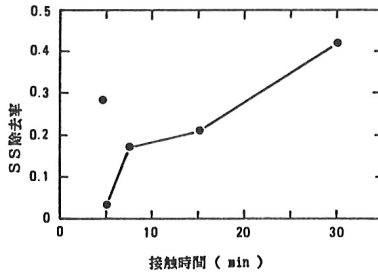


図-4 SS除去率と接触時間の関係

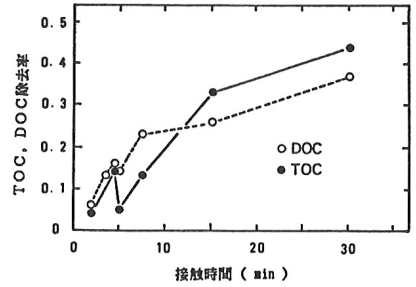


図-3 TOC除去率と接触時間の関係

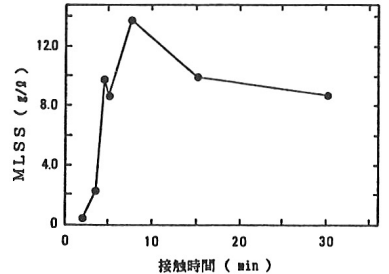


図-5 微生物ペレット濃度と接触時間

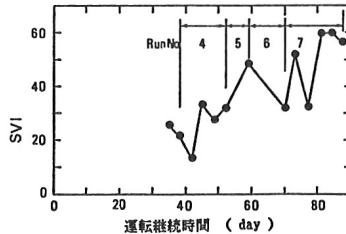


図-6 微生物ペレットのSVI

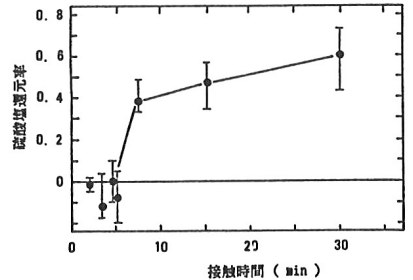
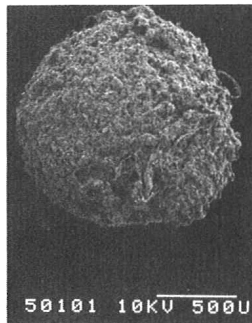
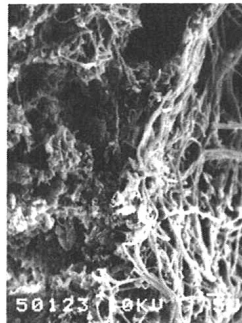


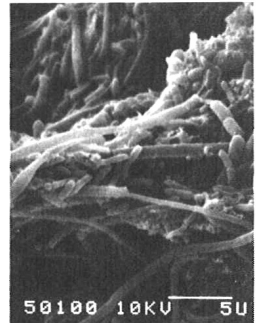
図-7 硫酸塩還元率と接触時間の関係



1



2



3

写 微生物ペレットのSEM写真

(断面のSEM写真)