

II-525 自己造粒型バイオリアクターによる都市下水処理に関する基礎的研究

北海道大学 (正) 井上雄三 (正) 〇長沢英和 (現(株)鳥島機械) (正) 神山桂一

1. はじめに 筆者らは活性汚泥処理プロセスを主プロセスとした処理システムに替わるシステムを検討している。ここに提案する自己造粒型バイオリアクターは、その一プロセスである。本プロセスの特徴は、リアクター内に高濃度に保持される微生物ペレットによる生物濾過 (bio-filtration) にあり、微生物の凝集、付着、吸着機能を有効に利用することによって下水中に含まれる有機物 (懸濁性、コロイド性、および吸着性のある溶解性有機物) を効果的に除去するプロセスである。既にその概略を報告したように、筆者らは本リアクターの機能が廃水処理プロセスとしての有効性を十分に持っていることを明らかにした^{1) 2)}。これらの機能を発現するためには微生物の造粒が必用不可欠となる。しかし、本条件下での微生物の造粒条件はほとんど不明である。そこで、本研究では提案した自己造粒型バイオリアクターの微生物ペレットの形成条件について実験的検討を加えた。

2. 実験概要 図-1 に装置の概略図を示す。リアクターには、内径 5cm、全長 1.2m もしくは 1.7m のカラムを用い、底部に 6cm の厚さに表-1 に示す充填物を充填した。カラムの途中から一定間隔で引き抜きを行いペレット床の長さを制御した。滞留時間は、10分~20分とした。充填物の種類・攪拌羽根の個数・攪拌の回転数・ペレット床の長さを変え、ペレットの造粒、物性、処理特性、構造、生物相について実験的検討を行った。実験期間は、1989年6月~1990年1月の7ヶ月で、実験日程を図-2 に示す。リアクター内の温度及び pH コントロールは行わなかった。水温は夏から冬にかけて 21~12℃ まで変化した。

3. 実験結果と考察 (1) ペレットの形成条件 表-1 にまとめたように、ペレットの生成は充填物の種類によって大きな違いはないが、充填物がない場合にはペレットが形成されないことがわかる。このことから充填物は、カラム底部で偏流を防ぎ、流れを安定化させる役割があることが明らかになった。ガラスビーズ①の条件でペレットが形成されなかったのは、細かすぎて汚泥塊を作り整流効果がなくなるためである。一方、ペレット粒径と充填物の物性の間には密接な関係がある。整流機能しか有していないガーネットやガラスビーズ②の充填物では、ペレットが最大 3mm までしか成長しないのに対し、糸状性微生物が付着しやすく、かつ舞い上がるような活性炭や砂の充填物では、ペレットの成長が促進され最大到達粒径が 4mm 以上になる。次に、表-2 に攪拌条件とペレット床高さの違いによるペレットの形成を示す。攪拌条件及びペレット床の高さがペレットの形成に重要であることが示されているが、これらは次のような理由によるものと思われる。ペレットは、凝集力と付着力により大きな汚泥

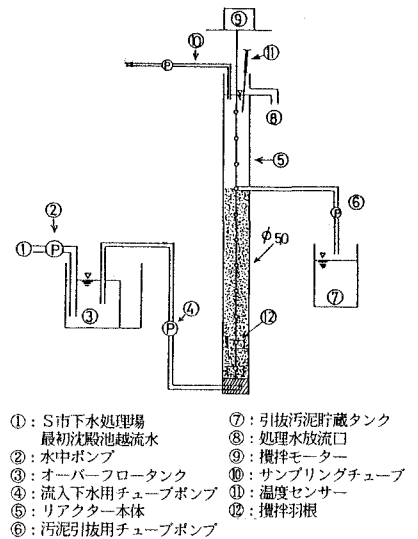


図-1 実験装置全体図

表-1 充填物とペレットの生成状態

	直径 [mm]	密度 [g/cm ³]	ペレットの状態
ガラスビーズ①	0.32~0.29	2.50	生成しない
ガラスビーズ②	1.60~1.30	2.50	粒径 2~3 mm
ガーネット	0.50~0.25	4.04	粒径 2~3 mm
軽石	0.50~0.25	1.50	粒径 3~4 mm
活性炭①	0.25~0.13	1.30	粒径 3~4 mm
活性炭②	0.50~0.25	1.30	粒径 3~4 mm
砂	0.50~0.25	2.70	粒径 3~4 mm

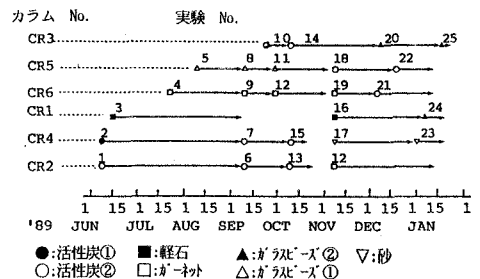


図-2 運転日程

塊をつくりやすいのでそれを分散させるための攪拌が必要である。回転数が3rpm ではそれが不十分であると思われる。一方、ペレット床が低くなると二枚の攪拌羽根によってペレット床内の乱れが大きくなるのに対して、高くなると乱れが散逸されるために不安定流の発達を抑えられるものと思われる。

（2）微生物ペレットの物理的特性及び性状 リアクター内の微生物濃度と造粒：図-3にリアクター内微生物濃度の経日変化の一例を示す。図にはカラムの高さ方向の濃度も示す。ペレットが形成された実験から、リアクター内微生物濃度が8.0～10.0g/ℓ程度に達すると造粒が開始されることがわかった。また、カラム底部の微生物濃度が20g/ℓ以上になると微生物濃度はほぼ一定となる。一方、微生物濃度が低く、かつ造粒初期においてはカラムの高さ方向の濃度差は、比較的小さい。ペレットの造粒開始時の粒径分布は、図-4に示すように上下での違いはみられない。しかし、造粒が進行してくると高さ方向の濃度差が大きくなっていくことがわかる。これは、ペレットの大きさにに違いが生じるからである。つまり、図-5に示すようにカラム下部のペレットの方が上部より大きくなる。 ペレットの密度：1.0～3.0mm程度の粒径のペレットを用いて密度を測定した。ペレットの密度は、1.015～1.030g/cm³ であった（平均1.019, 標準偏差0.002）。また粒径によらず一定となった。

ペレットの構造：ペレットは、表面と内部の2層構造となっている。表面には流入下水の溶存酸素が供給されるので、好気性あるいは微好気性の糸状性微生物が増殖しペレット全体を包み込んでいます。内部には糸状性微生物は見られず、黒色を呈し嫌気的な雰囲気を示している。カラムリアクター下部のペレットは糸状性微生物に厚く覆われていたのにたいし、上部のペレットは、菌糸も細くなり、被覆厚さも著しく薄くなっていた。このことは、ペレット床内での縦方向のペレット

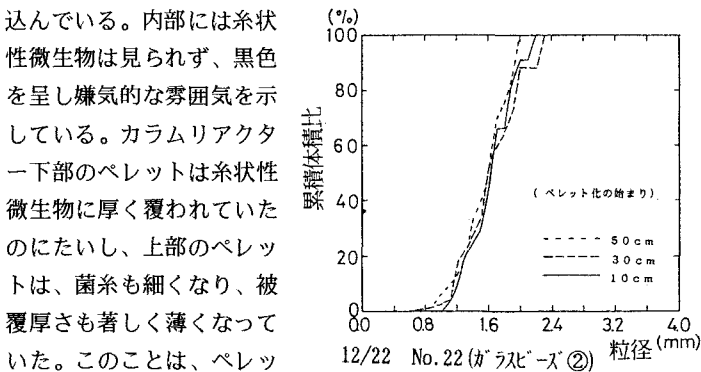


図-4 粒径分布曲線

トの混合はほとんどなく、下部で生成された比較強いペレットは上部に押し上げられるにしたがって糸状性微生物の生息環境が悪化し、次第に脆弱化していくことを示唆している。

ペレット汚泥のSVI：ペレットのSVIは図-6に示すように30～40程度となり極めて良好である。

なお、本研究の一部は、文部省科学研究補助金（総合研究（A）No.63302050）の補助によったことを記する。

参考文献 1)井上、神山；衛生工学研究討論会講演集25(1989)

2)井上、神山；衛生工学研究討論会講演集26(1990)

表-2 ペレットの生成状態

羽根の個数	2個		1個
回転数	5rpm	3rpm	5rpm
床の長さ50cm	×	×	○
80cm	○	×	— (○)
120cm	○	— (×)	—

○：造粒可 ×：造粒不可 —：実験せず
(○)：造粒可（推定） (×)：造粒不可（推定）

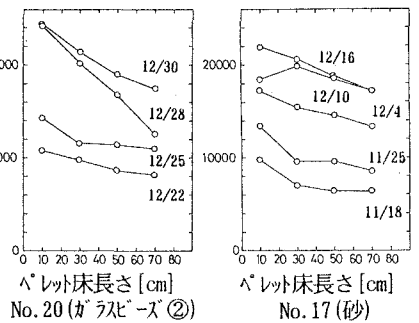


図-3 リアクター内MLSS濃度

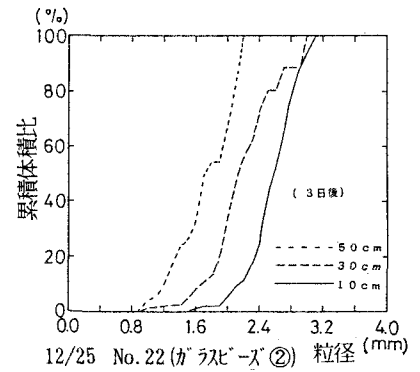


図-5 粒径分布曲線

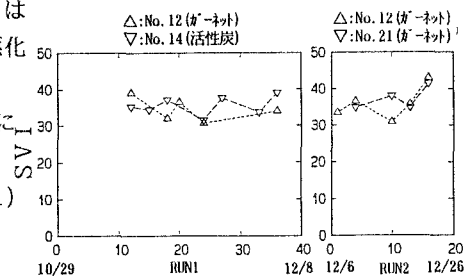


図-6 SVIの経日変化