

## II-524 嫌気造粒汚泥の浄化機能に関する研究

大阪大学 学員 北牧正之 正員 藤田正憲  
正員 古川憲治 正員 岩堀恵祐

### 1、はじめに

オランダのLettingaらにより開発されたUASB法は、嫌気性微生物を自己造粒させ、反応槽内に高濃度に維持できる嫌気性処理法であり、高容積負荷運転が可能で、適用排水の種類も広範であり、しかも低濃度排水にも有効な処理法であるといわれている。我が国における本法の実績は乏しいが、上記の特長を考慮すると、今後さらに発展する処理技術であると考えられる。そこで、本研究では、シヨ糖主体の合成下水を用いた実験から、槽内汚泥の自己造粒過程とその浄化機能について種々検討した。

### 2、実験材料並びに方法

実験装置の模式図を図1に示した。反応槽は内径6cm、高さ1m、有効容量2.8ℓの亚克力製カラムで、底部に流入口、上部に分離部が設けられている。槽内汚泥は反応槽内部の攪拌羽により適宜緩速攪拌し、発生ガスは、飽和食塩水で置換捕集した。供試汚泥はH市下水処理場消化汚泥を9000mg/ℓとなるように投入した。また、供試下水は、表1の合成下水をTOC濃度1000mg/ℓとなるように水道水で希釈後、窒素曝気したものを用いた。次に、実験条件を表2に示した。実験開始時には、室温で培養したが、水温が低下した時には、反応槽に温水を通したチューブを巻いて、反応槽を保温した。実験期間中、処理水のSS、TOC、アルカリ度、VFAの各濃度、pH並びにガス発生量とその組成を適宜測定した。

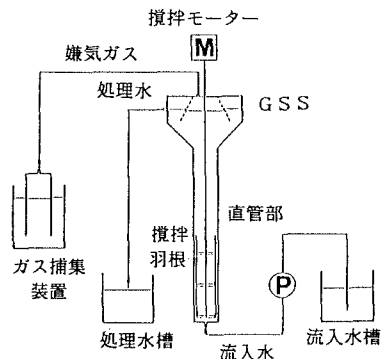


図1 実験装置模式図

表1 合成下水の組成

| 組成                                   | 濃度 (g/l) |
|--------------------------------------|----------|
| シヨ糖                                  | 26.8     |
| 肉エキス                                 | 4.0      |
| ペプトン                                 | 6.0      |
| NaCl                                 | 0.30     |
| KCl                                  | 0.14     |
| CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 0.19     |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O | 0.21     |
| NaHCO <sub>3</sub>                   | 2.10     |

TOC = 15000 ppm  
COD<sub>Cr</sub> = 40000 ppm

### 3、実験成績並びに考察

槽内汚泥層高さ (SBH)、底部から15cm付近のMLSS濃度、ガス発生量の経日変化と組成を図2に、また各実験の定常状態における成績を表3にそれぞれ示した。

○汚泥の自己造粒： 実験開始直後から、処理水中に約100～200mg/ℓの分散性汚泥が流亡して、SBHは徐々に減少し、沈降速度の高い汚泥が槽内に残留した。実験開始後20日目に装置底部で直径1mm程度の黒色及び乳白色の粒状の汚泥が観察されたが、その強度は非常に弱く、装置外では粒子形状を保てなかった。実験開始後50日目には、SBHの減少はほぼ停止し、底部から

15cm付近でも造粒汚泥が目視で観察された。その後徐々にSBHは増加した。120日目頃には、粒子径が0.1mm～2mm程度と、かなり分布のあるものの、造粒強度の高い汚泥が得られた。しかし、底部では粘液状の乳白色汚泥が優先であり、造粒汚泥がうまく分離しなかった。乳白色汚泥は、装置底部に存在することから、流入水中のカチオンが析出した固形分、あるいは流入水中のわずかの溶存酸素を利用する好気細菌であると考えられるが、今後の分析・検討課題である。148日目には、底部から15cm付近でのMLSS濃度は20150mg/ℓに達した。つぎに、198日目の高さ方向のMLSS濃度、多糖類含有量並び

表2 実験条件

| 実験<br>日数 | 水理学的<br>滞留時間<br>(時) | TOC容積<br>負荷量<br>(g/l·日) | 上向流<br>線速度<br>(cm/日) |
|----------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| 1        | 67.8                | 0.35                    | 1.47                 |
| 2        | 44.2                | 0.53                    | 2.21                 |
| 3        | 22.6                | 1.06                    | 4.42                 |
| 4        | 17.0                | 1.42                    | 5.90                 |
| 5        | 13.6                | 1.77                    | 7.37                 |
| 6        | 8.5                 | 2.83                    | 11.80                |
| 7        | 5.7                 | 4.25                    | 17.70                |

表3 実験成績

| 実験<br>日数 | 処理水<br>TOC濃度<br>(mg/l) | 処理水<br>pH<br>(--) | 槽内温度<br>(℃) |
|----------|------------------------|-------------------|-------------|
| 1        | 183.3                  | 7.37              | 28.8        |
| 2        | 241.2                  | 7.19              | 25.1        |
| 3        | 256.8                  | 7.13              | 23.5        |
| 4        | 340.5                  | 7.06              | 18.7        |
| 5        | 98.3                   | 7.39              | 25.1        |
| 6        | 267.6                  | 7.42              | 25.1        |
| 7        | 165.4                  | 7.06              | 29.0        |

\* 攪拌は、実験1～実験3で、1～4rpmとし、実験4以後は行わなかった

\* 実験成績の数値は平均値を示した

に汚泥粒子径の分布を図3に示した。下部ほどMLSS濃度が高く、粒子径の大きい汚泥が分布していることがわかる。また、造粒汚泥の多糖類は汚泥乾燥重量1g当り31~37mgで、通常の活性汚泥よりも高く、汚泥の自己造粒に多糖類が関与していることが示唆された。底部から15cm付近でのSDIは、148日目、198日目、それぞれ、2.015g/ml、2.389g/mlとなり、汚泥の圧密性が増加した。さらに、190日目に粒子径0.1~1mmであった汚泥が、198日目には0.8~2mmとなったため、一旦、核になる粒子状汚泥が形成され、ある程度の負荷量(TOC容積負荷量=3gTOC/l・日以上)で運転すると自己造粒は急速に進行することが示唆された。

○浄化機能： TOC容積負荷量を4.49gTOC/l・日に設定した実験7では、TOC除去率84%が達成された。本実験では槽内温度は16~30℃に変化し、メタン発酵の至適温度といわれる35~40℃よりも低い温度条件であったので、スタートアップに長時間を要したものと考えられる。また、処理水pHが6.25まで低下したにもかかわらず、ガス発生量の顕著な低下は見られず、槽内VFA濃度がTOC評価で約200mg/lであったので、pHによるメタン生成菌の障害はなかったと思われる。しかし、槽内温度が約16~20℃の時には、槽内VFA濃度が約400mg/lとなりメタン生成が律速になっていたと考えられる。

実験開始後50日目に槽内の攪拌を完全に停止したが、ガスと汚泥との分離は速やかに行われ、汚泥の浮上は生じなかった。各実験での槽内VFA濃度とガス発生量の関係を図4に示した。本図より造粒汚泥のガス生成活性が高まっていることがわかる。また、TOC除去量とガス発生量との関係を図5に示した。本図より、TOC除去量の増加即ちTOC容積負荷量の増加に伴い、ガス発生量も増加することがわかる。したがって、今後さらに負荷量を高めても、それに比例してガス発生量が増加するものと考えられる。本実験成績から、TOC1g当りのガス発生量は約0.67lであるとして算出できる。理論的ガス発生量は1.86l/gTOCであるので、本実験でのガス回収率は36.0%であった。また、ガス発生量が少ない実験初期にCO<sub>2</sub>の割合が低いのは、CH<sub>4</sub>より溶解度が20倍以上高いCO<sub>2</sub>が、かなりの割合で処理水中に溶解し、見掛け上CO<sub>2</sub>濃度が低くなったものと考えられる。

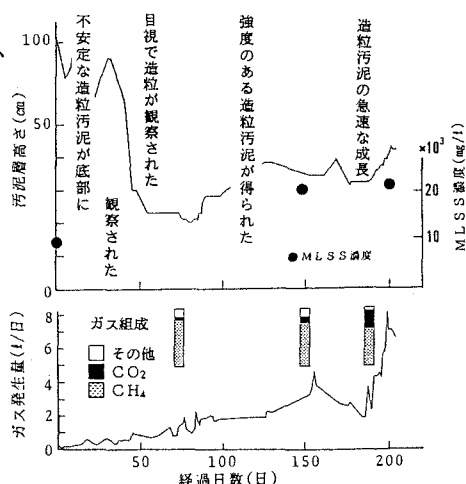


図2 SBH、MLSS濃度、ガス発生量の経日変化

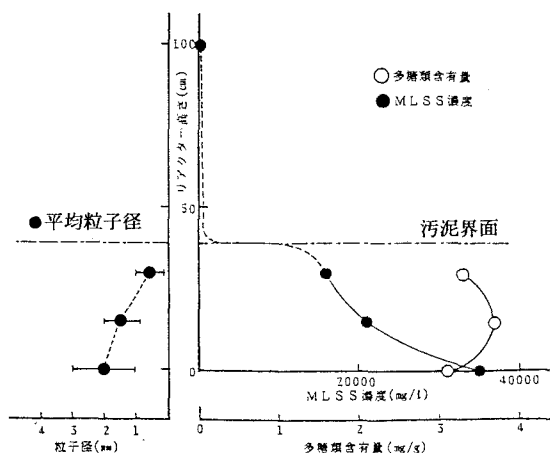


図3 MLSS濃度、多糖類含有量、汚泥粒子径の分布

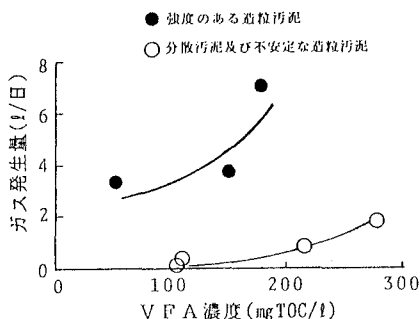


図4 槽内VFA濃度とガス発生量の関係

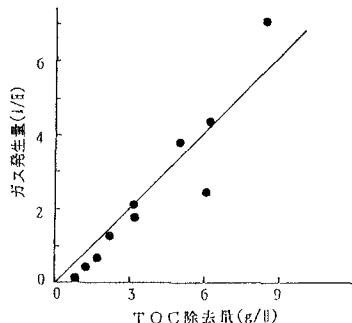


図5 TOC除去量とガス発生量の関係

初期にCO<sub>2</sub>の割合が低いのは、CH<sub>4</sub>より溶解度が20倍以上高いCO<sub>2</sub>が、かなりの割合で処理水中に溶解し、見掛け上CO<sub>2</sub>濃度が低くなったものと考えられる。