

建設省土木研究所 正。森田 弘昭  
同 正 野池 達也  
東北大学工学部 正 松本 順一郎

1 はじめに

好気性消化法は、活性汚泥法の変法の全酸化法と原理的に同じである。長い滞留時間とエアレーションによって、有機物質の酸化、安定と、汚泥自身の自己酸化により汚泥量の減少がはかられる。本法は嫌気性消化法に比べると、経済性では、やや劣るが維持管理や悪臭対策が容易であり、他の好気性処理方法よりも余剰汚泥の生成が少ないという利点がある。本法は現在し尿処理施設の一次処理や、小規模下水処理および工場廃水処理において余剰汚泥の処理に用いられているが、基本的な事象に対する研究が少ない。そこで本研究では、人工基質を用い、基礎的な物質除去機構の解明を目的とした実験をおこなった。好気性消化によって処理される高濃度廃水の有機成分を大まかに分類すると、炭水化物、窒素化合物、油分に分けられる。本実験では、炭水化物として、デンプンを窒素化合物としてペプトンととりあげ、それぞれを単一炭素源とする人工基質を用い、好気性消化の物質除去機構に関する基本的性質を実験的に検討した。実験結果の評価は、三つの角度より検討した。一つは、従来の好気性消化で用いられている方法で、消化度数と総合的有機物汚濁指標であるCOD、BODを対比、検討するやり方である。二つ目は、得られた結果を動力学式で解析し、各種パラメーターで比較検討する方法である。三つ目は、上記二つの方法が総合的有機物汚濁指標を用いているのに対して、各成分そのものに着目するゲルクロマトグラムによる方法である。

2 実験装置、材料および方法

本実験に用いた実験装置の概略図を図1に示す。実験方法としては、表1表2に示す基質と、HRTに応じて半連続的に投入した。空気量は、1ℓの混合液に1分間で1ℓの空気と供給した。温度は、30℃に設定した。分析項目を表3に示す。

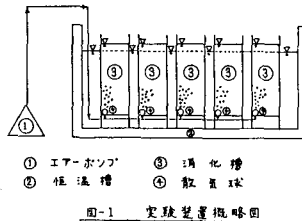


図-1 実験装置概略図

表-1 基質組成

| 成分                                              | 濃度 (mg/l) |
|-------------------------------------------------|-----------|
| デンプン                                            | 15000     |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 5000      |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                 | 16000     |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                 | 2000      |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O            | 50        |
| CaCl <sub>2</sub>                               | 50        |
| FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O            | 20        |
| NaCl                                            | 20        |

表-2 基質組成

| 成分                                   | 濃度 (mg/l) |
|--------------------------------------|-----------|
| ペプトン                                 | 15000     |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>      | 16000     |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>      | 2000      |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O | 50        |
| CaCl <sub>2</sub>                    | 50        |
| FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O | 20        |
| NaCl                                 | 20        |

表-3 分析項目

| 分析項目              | 基質 | 混合液 | 上澄液 |
|-------------------|----|-----|-----|
| MLSS, MLVSS       |    | ○   |     |
| COD <sub>cr</sub> | ○  | ○   | ○   |
| BOD <sub>5</sub>  | ○  | ○   |     |
| QO <sub>2</sub>   |    | ○   |     |
| pH                |    | ○   |     |
| SVI               |    | ○   |     |
| ゲルクロマトグラム         | ○  |     | ○   |

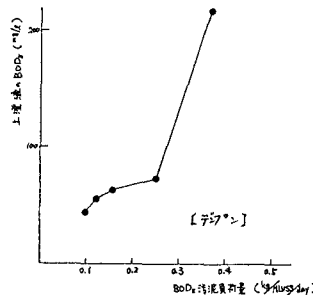


図-2 上澄液のBOD<sub>5</sub>とBOD<sub>5</sub>汚濁負荷量

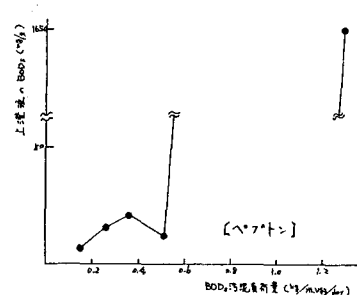


図-3 上澄液のBOD<sub>5</sub>とBOD<sub>5</sub>汚濁負荷量

3 実験結果および考察

(a)物質変化の挙動 図2、図3によれば、デンプンのBOD<sub>5</sub>限界汚泥負荷量は、0.25 (Kg/MLVSS/day)、ペプトンのBOD<sub>5</sub>限界汚泥負荷量は、0.519 (Kg/MLVSS/day)であった。図4、図5は、混合液のCOD<sub>cr</sub>/BOD<sub>5</sub>/MLVSS

と消化日数の関係を示す。デンブンでは、消化日数が10日以上になると消化槽内の有機物の酸化状態が一様になり消化日数の影響を受けない。ペプトンでは、消化日数8日以上で安定する。

図-6、図-7は、COD<sub>cr</sub>、BOD<sub>5</sub>除去率と消化日数を示す。デンブンでは、BOD<sub>5</sub>:99.4%、COD<sub>cr</sub>96.5%、ペプトンでは、BOD<sub>5</sub>:99.9%、COD<sub>cr</sub>98.5%が、消化日数と長くても、影響を受けない限界除去率と考えられる。

(b)動力学的解析 基質の除去速度は、デンブンの場合COD<sub>cr</sub>表示の1次反応で評価でき、基質除去速度係数は、 $K=0.009(1/\text{day})$ であった。ペプトンの場合、基質の除去速度はMonod式で評価でき、飽和定数 $K_s=91(\text{mg/L})$ 、最大比消費速度 $\mu_{\text{max}}=2.370(1/\text{day})$ であった。酸素利用速度 $Q_{O_2}(\text{mgO}_2/\text{mgMLVSS}/\text{day})$ は、一般に(1)式であらわされる。また汚泥の生成は(2)式によってあらわされる。本実験で得られた、諸動力学定数を表4、表5に示す。

$$Q_{O_2} = a' \left( \frac{S_0 - S_e}{X_a - k} \right) + b' \dots (1)$$

$$\frac{X_0}{X_a - k} = a \left( \frac{S_0 - S_e}{X_a - k} \right) - b \dots (2)$$

$a'$ : 基質の除去量あたりの酸素利用量 ( $\text{mgO}_2/\text{mg}$  基質)  
 $b'$ : 内生呼吸速度、単位時間内に単位量量の汚泥の酸素消費に必要な酸素量 ( $\text{mgO}_2/\text{mg}$  汚泥  $\text{day}$ )  
 $a$ : 除去された基質の汚泥への転換率 ( $\text{mg}$  汚泥/ $\text{mg}$  基質)  
 $b$ : 汚泥の自己分解速度係数 ( $1/\text{day}$ )

表-4 酸素利用速度式のパラメーター値の比較

| 廃水の種類 | $a'$<br>(-) | $b'$<br>( $1/\text{day}$ ) | 基質濃度<br>表示単位      |
|-------|-------------|----------------------------|-------------------|
| デンブン  | 0.194       | 0.005                      | COD <sub>cr</sub> |
| "     | 0.400       | 0.006                      | BOD <sub>5</sub>  |
| ペプトン  | 0.240       | 0.024                      | COD <sub>cr</sub> |
| "     | 0.225       | 0.025                      | BOD <sub>5</sub>  |

表-5 汚泥転換率 $a$ と汚泥の自己分解速度係数 $b$ の比較

| 廃水の種類 | $a$<br>(-) | $b$<br>( $1/\text{day}$ ) | 基質濃度<br>表示単位      |
|-------|------------|---------------------------|-------------------|
| デンブン  | 0.213      | 0.007                     | COD <sub>cr</sub> |
| "     | 0.238      | 0.006                     | BOD <sub>5</sub>  |
| ペプトン  | 0.182      | 0.012                     | COD <sub>cr</sub> |
| "     | 0.209      | 0.012                     | BOD <sub>5</sub>  |

(c)ゲルクロマトグラム。デンブンでは、消化日数30日、ペプトンでは、消化日数15日以上になると硝酸塩の蓄積がみられた。ゲルクロマトグラムによって、処理効果を、判断すれば、消化日数と15日以上とれば充分である。

