

早稲田大学理工学部 正会員 遠藤 郁夫
 日本大学生産工学部 “ 永田 伸之
 日本大学生産工学部 “ 奈良 乾範

1 緒論

都市下水のような有機性廃水の嫌気性処理について、最近種々の観点から処理プロセスの研究が行われているが、本研究は嫌気性微生物によって有機物を分解し、BODの低い処理水を得るためには(1)、(2)式を同時に円滑に行進させることが基礎的に最も重要であることに着目して図1に示してあるような汚泥消化槽と同様なプロセスを用いて下水あるいは有機性廃水を処理しようとするものである。

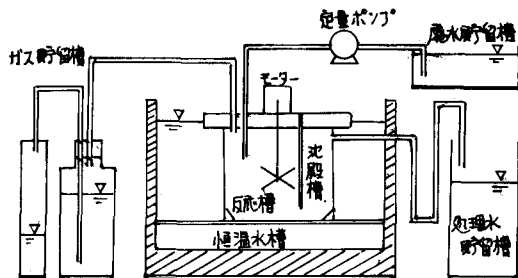


図1 実験装置

有機物(C, H, O, N, P, S) — 酸産生菌(嫌気性細菌) —> 揮発性有機酸 + H₂O + CO₂ …… (1)
 揮発性有機酸 — メタン産生菌(偏性嫌気性細菌) —> CH₄ + CO₂ …… (2)

2. 実験方法

嫌気性処理の実験装置を図1に示した。反応槽および沈殿槽の温度は恒温水槽により25℃に保持した。有機性廃水としてF市終末処理場から流入下水を採取した。反応槽への廃水の供給は定量ポンジによって連続的に行い、槽内は連続的に攪拌し完全混合状態とした。

3. 実験結果および考察

反応槽内の嫌気性微生物は中温消化槽からの消化汚泥を十分に時間をかけて馴致したものを用いた。混合液濃度は3,000~20,000 ppmの範囲について、若々滞留時間6, 12, 18, 24 時間について実験を行った。BOD負荷は0.7~18.5 kg/MLSS-100kg・日の範囲であった。BOD負荷と処理水BODおよびCOD濃度の関係を図2に、また半減期にプロットしたものを図3に示した。実験の範囲では反応槽内の汚泥が対数増殖期にあるのは、BOD負荷が2~6 kg/MLSS-100 kg・日の範囲であることが認められた。すなわち本実験での嫌気性処理では混合液濃度3,000~5,000 ppmで滞留時間12~24時間の範囲であることが認められた。また、良好な処理水、つまりBOD 20 ppm以下とする場合には図2からBOD負荷が2 kg/MLSS-100 kg・日以下であることが確かめられた。すなわち汚泥濃度が20,000~15,000 ppmの範囲では12, 18, 24時間滞留、5,000~10,000 ppmの範囲では18, 24時間滞留であった。これらの処理条件を図4に照合すると、汚泥の増殖量はいずれの場合も負で減少していることが認められる。つまり嫌気性処理法ではMLSS濃度は5,000~10,000 ppm、滞留時間は18~24時間の範囲で処理を行えばBODおよびCODは極めて低く、無臭で且つ透明度が30 cm以上の良好な処理水

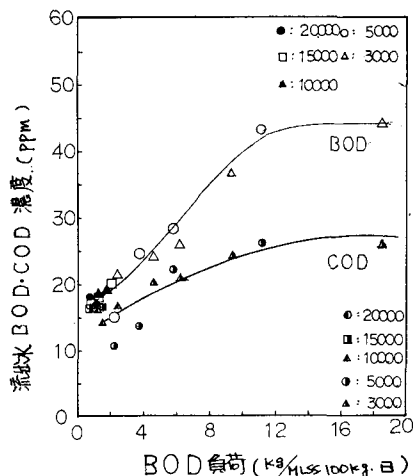


図2 BOD負荷と流出水COD・BOD

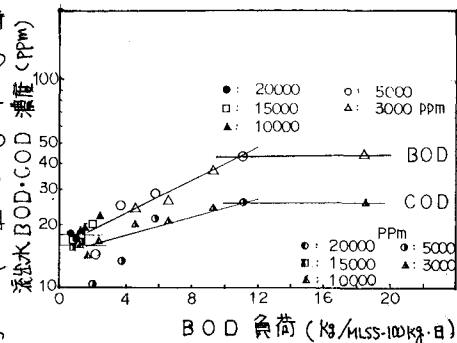


図3 BOD負荷と流出水COD・BOD

が得られる。また余剰汚泥もほとんど発生しないことが認められた。

嫌気性処理における物質収支について Monod の式を適用して、

反応槽内の微生物増殖速度について検討を行った。

$$\frac{V \cdot dX_i^0}{\theta} = X_i^0 F + K X_i^0 V - K^d X_i^0 V - X_i^0 F \quad \text{--- (3)}$$

ここで F : 流入および流出水量 [L^3] V : 反応槽の容積 [L^3]

X_i^0, X_i^s : 流入水および槽内の微生物濃度 [ML^{-3}], K : 比増殖速度, K^d : 比死滅速度。

基質濃度の変化に対しては次式で表わされる。

$$\frac{V \cdot dX_i^s}{\theta} = X_i^s F - \frac{K X_i^0 V}{Y^0} - X_i^s F \quad \text{--- (4)}$$

$$K = \frac{K^m X^s}{K^s + X^s} \quad \text{(Monod's)} \quad \text{--- (5)}$$

ここで X_i^s, X_i^0 : 流入水および流出水中の基質濃度 [ML^{-3}], Y^0 : 菌体収率, K^m : 最大比増殖速度 [T^{-1}], K^s : 飽和定数で最大比増殖速度の $1/2$ での基質濃度 [L^3]

(3)(4) および (5) 式から生物学的係数を求めるために、定常状態として整理すれば、以下のように変形される。

$$\frac{X_i^s - X_i^0}{X_i^0} = \frac{K^d}{Y^0} \cdot \theta + \frac{1}{Y^0} \quad \text{--- (6)}$$

$$\frac{\theta}{1 + K^d \cdot \theta} = \frac{K^s}{K^m} \cdot \frac{1}{X_i^s} + \frac{1}{K^m} \quad \text{--- (7)}$$

汚泥は全量が返送され、返送率は1であった。実験結果を(6)および(7)式に代入して計算結果を図5および図6に示した。表1に菌体収率、比死滅速度、最大比増殖速度および飽和定数を示した。

汚泥濃度と沈殿槽での滞留時間との関係を図7に示した。沈殿槽での必要な滞留時間は沈殿率60%以下とすれば、汚泥濃度5,000~10,000 PPM で沈殿槽滞留時間はろ時間が十分であることがわかった。

4. 結論

都市下水について嫌気性処理の実験的研究を行い、以下の結論を得た。(1) 20 PPM以下の処理水を得るためには BOD 負荷が $2 \text{ kg/MLSS} \cdot 100 \text{ kg} \cdot \text{日}$ 以下であることが認められた。すなわち MLSS 5,000~10,000 PPM で滞留時間は12~24 時間の範囲であった。またこの範囲では汚泥の細胞内呼吸期に相当し汚泥の増殖量はほとんどないか、あるいは減少することが認められた。(2) 嫌気性処理における処理水は BOD 負荷が極めて小さいが COD 値は極めて低く、透視度も 30 cm 以上で、かつ無臭であった。(3) 本実験の範囲では沈殿槽内で汚泥沈殿率60%以下とする場合、3 時、表1 生物学的係数

間の滞留時間が十分であった。

菌体収率	比死滅速度	最大比増殖速度	飽和定数
0.622	0.006	0.087	81.86

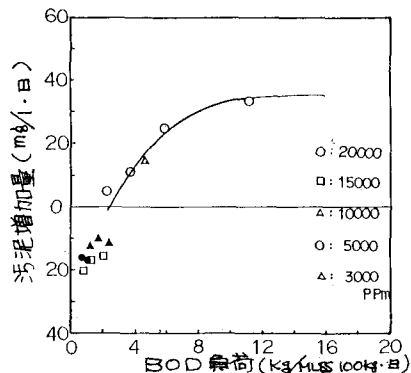


図4 BOD負荷と汚泥増加量

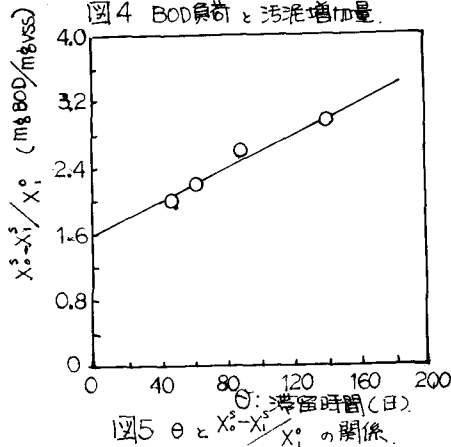


図5 θ と $\frac{X_i^s - X_i^0}{X_i^0}$ の関係

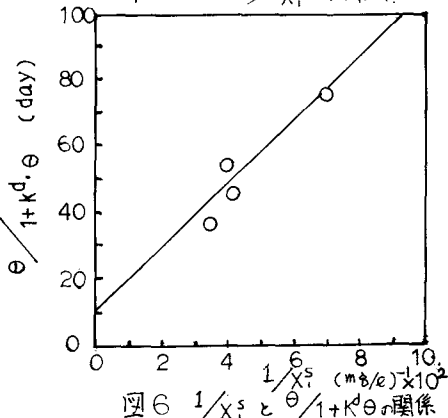


図6 $1/X_i^s$ と $\theta/(1 + K^d \cdot \theta)$ の関係

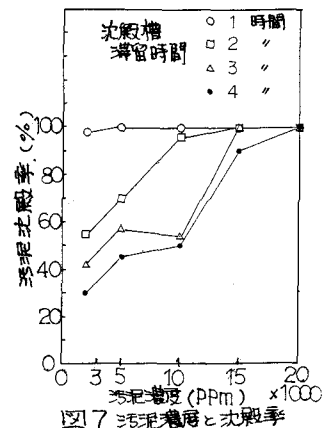


図7 汚泥濃度と沈殿率