

高率汚泥消化槽に關する實驗的研究

早稲田大学理工学部 正會員 遠藤 郁夫
 同志館大学工学部 正會員 金成 英夫
 日本大学生産工学部 學會員 市川 茂樹

1. 緒論

汚泥消化の高率化に關する研究は次のように要約することができる。すなわち、(1) 投入生活泥を可能な限り濃縮すること、(2) 有機物分解率を高めること、(3) 消化日数を短縮すること、などである。(1)の生活泥の濃縮は従来、多くの試みがなされているが、消化槽の高率化を可能にできる程度の濃縮と、安定的供給と得ることが極めて困難な場合が多い。(2)の有機物分解率を高めることは、良好な消化状態を確立することである。このために有機物の分解機構、消化温度、並に攪拌の程度など多くの研究がなされてきた。(3)については、汚泥消化のための滞留日数は、汚泥容積の減少、並に消化汚泥の分離濃縮の観点からすれば、少なくとも30日以上は必要である。結局、汚泥消化槽の高率化に關する研究は、(1)の濃縮と、(2)の有機物分解の問題に帰結するものと考えられる。本研究は、(1)に対して、生物学的濃縮法を適用し、(2)については、槽内混合液濃度を著しく高めることによつて、汚泥消化槽の高率化を図ろうとするものである。

2. 實驗方法

汚泥消化槽は図-1に示しているように、生物学的汚泥消化槽と内槽とし、高率汚泥消化槽と多槽とした二重槽式高率汚泥消化槽で消化温度は37℃とした。また生活泥は生物学的汚泥濃縮槽と(内槽)を経て、高率汚泥消化槽(外槽)に連続的に投入した。

3. 實驗結果および考察

図-2は、滞留日数と投入生活泥容積に対するガス発生倍数を示したものである。在来型汚泥消化槽は、滞留日数30日で最大8.64倍であるのに対して高率汚泥消化槽では、実に18.0倍となり著しく大きいことがわかる。図-3は、滞留日数と投入強熱乾量当りのガス発生量である。在来型汚泥消化槽の最大値は、487.2 cc/投入当りである。高率汚泥消化槽では、最大値750.2 cc/投入当りのガス発生があり、在来型汚泥消化槽の1.54倍である。有機酸濃度は、高率汚泥消化槽で滞留日数に対して288ppm~482ppmの範囲、在来型汚泥消化槽では、滞留日数に対して178ppm~242ppmの範囲であったので混合液は、いずれも良好な消化状態であると考えられる。図-4は、滞留日数と有機物分解率を示したものである。有機物分解率は、有機物負荷量と同様に消化槽を設計するにあたり槽容積を決定する重要な因子である。高率汚泥消化槽における有機物分解率は、12日消化で63%と極めて大きいことが認められた。しかしながら、實際上の観点からすればガス発生量図-2および図-3に勘案して、図-4から滞留日数20日消化、有機物分解率60%とすることは、極めて安全な設計値とも言える。この様に生物学的濃縮法を利用した高率汚

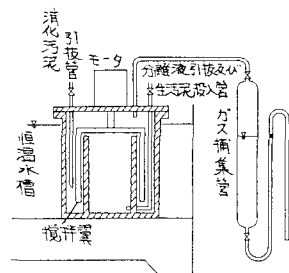


図-1 二重槽式高率汚泥消化槽

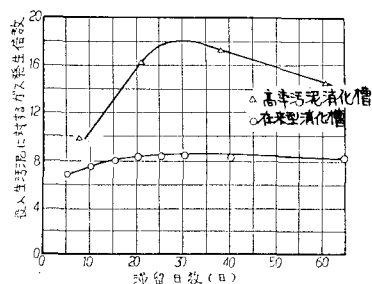


図-2 滞留日数とガス発生倍数

泥消化槽の容積は、1/2.4以下となった。嫌気性消化の動力学定数と明らかにするため Monod のモデルを適用し、動力学的解析を行なった。嫌気性消化の対数増殖期における増殖速度は一般に次式で表わされる。

$$\frac{dX^0}{d\theta} = (K - K^d) X^0 \quad (1)$$

X^0 : 菌体濃度, θ : 時間, K : 比増殖速度, K^d : 死滅速度
比増殖速度 K は、Monod の式で"仮定"できるので

$$K = \frac{K^m X^s}{K^s + X^s} \quad (2)$$

K^m : 最大増殖速度, X^s : 基質濃度, $K^s = K^m/2$ と与える基質濃度
完全混合状態の消化槽における物質収支は、次式で表わすことができる。

$$V \frac{dX^0}{d\theta} = [K - K^d - \frac{1}{\theta^r}] X^0 \quad (3)$$

$$V \frac{dX^f}{d\theta} = \frac{1}{\theta^r} [X^s - X^f - \frac{X^0}{Y^0}] - \frac{X^0 K^d}{Y^0} \quad (4)$$

ここに、 $\theta = F/V$, $K - K^d = 1/\theta^r$,
定常では、3), 4) 式の左辺は 0 に等しいので、

$$X^s = \frac{K^s(1 + K^d\theta^r)}{\theta^r K^m - (1 + K^d\theta^r)} \quad (5) \quad X^0 = \frac{Y^0(X^s - X^f)}{1 + K^d\theta^r} \quad (6)$$

(5), (6) 式を変形して動力学モデルに関する諸定数を求めた。

$$\frac{X^s - X^f}{X^0} = \frac{K^d}{Y^0} \theta^r + \frac{1}{Y^0} \quad (7) \quad \frac{\theta^r}{1 + \theta^r K^d} = \frac{K^s}{K^m X^s} + \frac{1}{K^m} \quad (8)$$

(7) 式の切片の傾きは $1/Y^0$ の逆数と与え K^d は傾きを表わしている。
図-5 の直線式から $Y^0 = 0.132 \text{ mgVS/mg BOD}$, $K^d = 0.02 \text{ day}^{-1}$ の値を得た。
(8) 式に $K^d = 0.02 \text{ day}^{-1}$ および諸数値を代入し、図-6 の直線式から K^m , K^s は、それぞれ $K^m = 0.356 \text{ day}^{-1}$, $K^s = 6526 \text{ ppm}$ の値を得た。
得られた動力学定数から比増殖速度 K は、(9) 式で表わすことができる。

$$K = \frac{0.356 \cdot X^s}{6526 + X^s} \quad (9)$$

図-7 は、滞留日数と混合液 BOD 濃度の関係を示したものである。
混合液 BOD 濃度から比増殖速度 K と比較すると、高率汚泥消化槽の比増殖速度は、在来型汚泥消化槽の 1.61 倍の速度となった。
在来型汚泥消化槽と比較において比増殖速度が大ききことは、有機物分解率が高いことであり、実際上からすれば消化槽容積が小さくなると言うことができる。

4. 結論

嫌気性汚泥消化について有機物分解率を明らかにし、高率汚泥消化槽が高い有機物分解率を示した。また、動力学的解析を行ない高率汚泥消化槽の比増殖速度 K が在来型汚泥消化槽に比べて著しく大きいことが認められた。

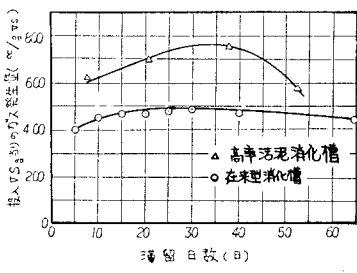


図-3 滞留日数とガス発生量

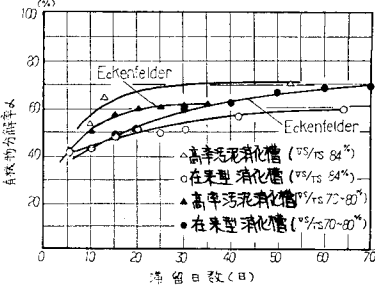


図-4 滞留日数と有機物分解率

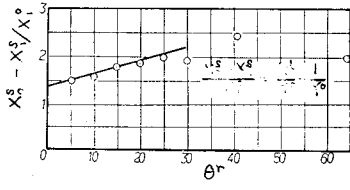


図-5 Y^0 と K^d を求めるプロット

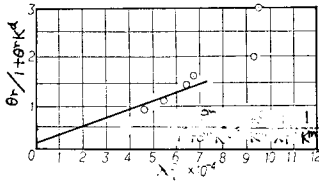


図-6 K^m と K^s を求めるプロット

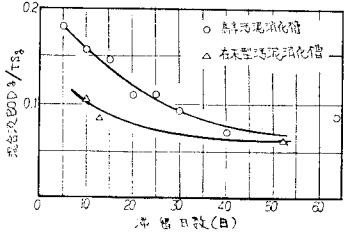


図-7 滞留日数と混合液 BOD 濃度