

日大理工学部 正員 松島 睦

1 試験の目的

活性汚泥法による下水や有機廃水の処理効果は、曝気槽内における溶解性有機物の生物学的酸化分解の程度と沈殿槽における活性汚泥と処理水との分離性の二つが極めて大きく左右する。これら二つの因子は相互に密接な関係があつて、曝気槽内での生物反応の状況がそのまま最終沈殿槽での汚泥の沈降圧密性に影響する。このことから、主として生物反応の場合ある曝気槽での活性汚泥の基質除去速度あるいは増殖速度等と沈降性について比較検討する必要がある。

本試験研究は以上のことがらを主目的として活性汚泥の基質除去速度について試験したものである。ここでは、基質除去速度に影響を与える因子としてSRT(平均細胞滞留時間)をとりあげ、様々なSRTの下での汚泥の基質除去特性を検討した。そして、その結果を要約して以下に報告する。

2 試験方法

本試験はすべて回分式のFill and Draw方式にて行った。試験に供した原水はグルコースを主成分とする人工下水で、このものは適当量の無機栄養素も含まれ、水道水で希釈し適当濃度に調整した。この人工下水は内容量5Lの容器に注加され、毎分約4Lの割合で通気曝気される。

SRTの設定は2~15日までの間では段階に調整した。その設定SRTは2, 4, 6, 8, 12そして15日である。SRTが2日の場合、5Lの混合溶液から1日当り2.5Lだけ抜き取り、人工下水2.5Lを注加するようにした。この場合、SRTは滞留時間または曝気時間と等しくなる。SRTが15日の場合、注加する人工下水の量は333 ml/日と少量となり、注加時の負荷は低くなる。よって、有機物の除去に関しては残存の混合溶液による希釈の効果が大きくなり生物反応によるものかどうかが不明確となる。

そこで、人工下水の投入時に各設定SRTの活性汚泥に対して初期の有機物の負荷強度が同一になるように、すべての容器に1日当り4Lの人工下水を注加するに決めた。つまり、まず各設定SRTに対応する量の混合溶液を抜き取り、つぎに曝気を停止、30分間静置して汚泥を沈殿分離せしめ、さらに上澄液について所定量を抜き取り、1Lのものを、人工下水を4Lに加え、曝気をかけるようにした。この場合、上澄液に残留するSSを測定し、SRTの補正に利用した。以上の操作によって各容器の滞留時間は同一となり、SRTは曝気時間と異なることになる。

活性汚泥の培養は、前記下水を用いて約3ヶ月間行われた。この汚泥を用いて前述の二通りの方法で約1ヶ月間のSRT制御を行い、MLSSの経日分析結果から汚泥増殖状態が定常相にあるかどうかを判断し、必要なる水質分析試験が続けられた。水質分析は下水試験法に準拠した。

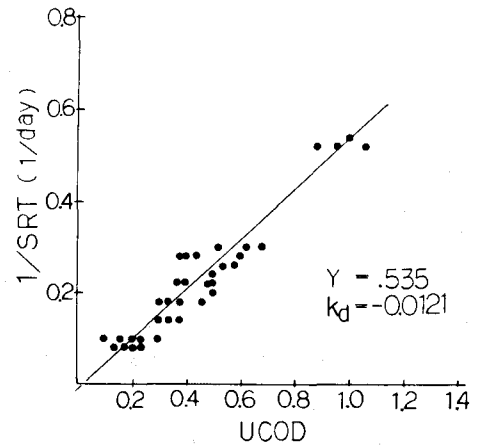


図-1 平均細胞滞留時間と基質利用速度との関係

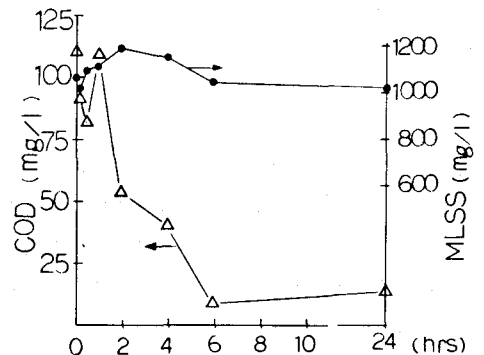


図-2 CODとMLSSの経時変化

3 試験結果

定常下での物質収支を概念化する $1/SRT = Y \cdot \frac{dS}{dt} - k_d$ なる基本動力式から、SRTと基質除去速度は互いに従属する変数であり、SRTが与えられるならば基質除去速度またはF/Mが必然的に決定されることが分る。このことから、SRT制御の場合には、設定SRTに対応する生物反応の特性を示す基質除去速度係数Kが得られると考えられる。

図-1は、定常状態にあると見なし得る経日分析試験の結果から、SRTと基質除去速度 ($\frac{1}{MLSS} \frac{dS}{dt}$) の関係を示したものである。COD(cr)の除去率が85~95%であることから、 $\Delta S \approx S_0$ ($S_0 = 600 \sim 700 \text{ mg/l}$) とすれば、SRT制御法が強制的なF/M制御となることが理解され、SRTが大きいほどF/Mは小さくなることが分る。

図-2は、残存基質濃度とMLSSの経時分析結果で、設定SRTは6日である。この場合、所定量の基質を投入した瞬間において $t=0$ とした。この結果から、 $t=30 \sim 60$ 分において、残留COD濃度が $t=0$ の時の値にまで増やす傾向が認められた。この原因は、介在する細胞から中間代謝物質が生物化学的に未酸化の状態で溶出したものであると考えられる。

図-3は、定常状態の様々なSRT制御下の汚泥について実施した基質濃度の経時変化の結果から、各々の汚泥の基質除去速度係数Kを計算し、対応するSRTとの関係を示したものである。係数の計算については、基質除去速度が基質濃度について一次の式 $-dS/dt = KXS$ ($X=MLSS$) にて表わし得ると仮定した。この式は、Monod式中の飽和定数 K_s が基質濃度と比較して大なる場合と同様のものだが、Kは K_s の意味を併せて有すると考える。その結果、図-4に示す関係から $K = 1/A(SRT-B)$ なる結果が得られた。ここにAは基質の特性を、またBは細胞のwashoutを意味する係数であると考えられる。

以上の図-1~4までの結果は、SRTが曝気時間と異なる場合のものである。SRTが曝気時間と等しい場合については、同様に計算した結果を図-5に示した。

4 結 語

以上に述べたように、基質の除去速度係数はSRTの関数で表され、SRTの相違によって関与する生物相に差違が生じると推察される。このことに関して、F/Mの管理が極めて重要であると云えよう。今後、活性汚泥の基質除去特性と沈降性の関係について試験を続ける予定である。

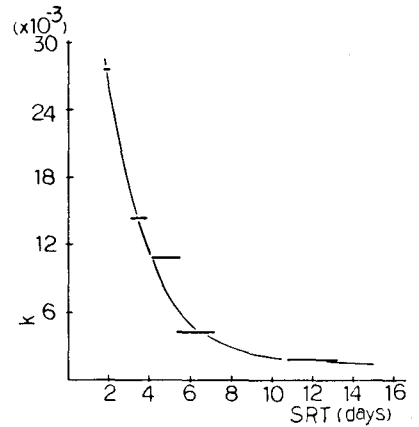


図-3 基質除去速度係数KとSRTとの関係

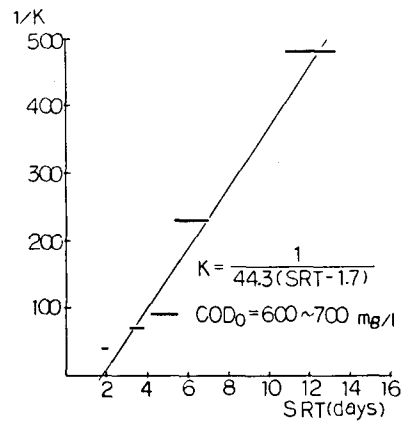


図-4 $1/K$ と SRT

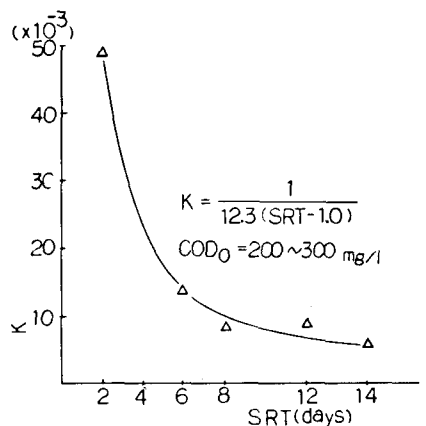


図-5 SRTと曝気時間が等しい場合のKとSRTとの関係