

目的

活性汚泥法における有機物の酸化分解の除去効果は基質-細胞(F/M)比によって管理される。F/Mを制御する手法として、処理場機能の自動管理を目的とするCRT制御法があり、その研究が進められている。そこで本研究ではグルコースを主成分とする人工下水についてCRT制御法における動力学式パラメーターの決定を試み、さらにCRT制御下での余剰汚泥の特性、たとえば汚泥発生量、沈降性あるいは脱水性等についてCRTとの関係から比較検討することを目的として以下の試験を行った。これによって試験の成果から、適切なCRTを設定する操作によって処理水の水质の安定化および余剰汚泥発生量の低減化あるいは汚泥の溶解性圧縮性または脱水性等の向上に有効に機能する可能性があるという結果が得られた。以下に要約して述べる。

試験方法

CRTとは細胞の平均滞留時間のことであり、活性汚泥法の運転操作においてCRTを選ぶ場合には微生物の増殖速度をコントロールする毎日の汚泥の採取量を管理する必要がある。つまり、CRTの定義に基づけば、CRT(θ_c)は曝気槽内の全活性汚泥が抜き出されるに要する日数を意味しているため、一日当りの活性汚泥の採取量と流出量を検討すればよいことになる。汚泥の採取は糸の任意の長さで可能であり、たとえば曝気槽からも直接引き抜くこともできる。このように、先制が安直であるという理由から実装置または試験装置のパラメーターとして利用できる。

本試験に用いた装置は、一室当りの容量が30ℓ(W6cm, L20cm, H25cm)である容器6室を用いたもので、各室にはグルコース、ペプトン、尿素、スキムミルク等を適当量混合して調整した溶液2ℓを注入し、毎分約2ℓの割合で通気攪拌できるようにになっている。回分式であるため各室に設定した θ_c が得られるように曝気槽内の汚泥を直接採取することにした。また θ_c と水力滞留時間が一致するため、たとえば $\theta_c=2$ 日とするには混合溶液2ℓを、一日当り1ℓ採取し、先的人工下水1ℓを補充すればよい。このようにして、各室のCRTを各々1, 2, 4, 6, 8, 12日として設定した。人工下水のCOD(r_0)は約700mg/ℓとなるように調整した。

水质分析は、採取した混合溶液を一時間放置した後の上澄液あるいは吸引濾過した濾液についてCOD分析を行った。一連の分析操作は下水試験法に基づいた。

試験結果

設定した各CRTに対応するMLVSS、処理水の残留CODとの関係を図-1に示した。基質濃度は θ_c が大きくなるにつれて低下するが、溶解性COD(GS25を用いた吸引濾過液)は逆に増加する傾向を示している。MLVSSが減少する結果から、汚泥の自己分解が進行していると考えられる。

収率係数 Y と汚泥自己酸化分解係数 k_d は、流入原水の

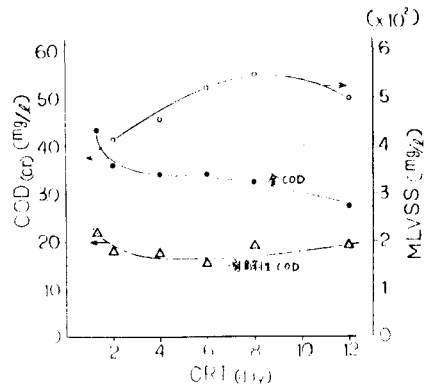


図-1 設定CRTとMLVSS, CODとの関係

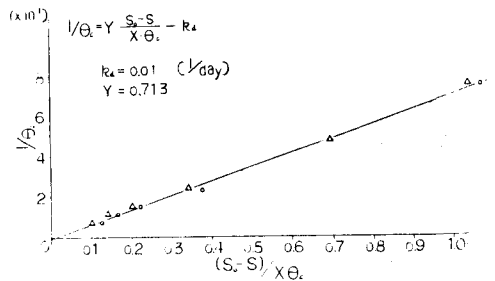


図-2 収率係数 Y と自己酸化係数 k_d の決定

滞留時間を基準としてグラフから求めた。図-2の直線の傾斜から $Y=0.71$ として縦軸の切片から $kd=0.01$ を得た。この結果から、除去された基質の単位重量当りの増殖汚泥量が大きいと考えられる。

基質除去速度係数 k と飽和定数 K_s は、上記と同様に $\Delta S/\Delta t = kXS/(K_s+S) \approx (Q/V)(S_0-S)$ の関係式から平均値を算出した。ちなみに、 $\theta_c=1.3 \sim 2$ 日の場合の k と K_s は、各々 2.9 /日、 81 mg/l となり、 $\theta_c=8 \sim 12$ 日の場合は 0.5 /日、 68 mg/l の結果を得た。このことから、 θ_c が大きくなると基質除去速度係数は小さくなることが分る。

図-4は、様々なCRTにおける余剰汚泥の発生量を示している。图中的 Q_w は各室から採取した混合液を30分間静置した場合の汚泥量であり、 Q_w/Q_0 は流入量に対する余剰汚泥の発生率を示している。この汚泥を更に濃縮した場合の汚泥中の固形物濃度を右縦軸に示した。この結果から、CRTを6あるいは12日に設定すると汚泥発生量は他のCRTの場合に比較して少なく、また濃縮圧縮性の高い汚泥が得られることになることが推察される。このことから同様の傾向が、図-3のCRTと SV_{30} またはCOD負荷との関係からも認められる。回分式の場合には θ_c と滞留時間が同一となるため、曝気状態は、CRTが小さいとハイレート法に、CRTが大きくなると長時間曝気法の状態にあると考えられ、当然、汚泥中に生息する微生物の状態も変化し、汚泥の物理的性状も変化すると考えられる。

動力学式による余剰汚泥の発生量を表す式は、汚泥返送ラインから引抜く場合、 $Q_w \cdot X_r (\text{ドライマス}) = Y \cdot V \cdot ds/dt - kd \cdot V \cdot X - (Q_0 - Q_w) X_e$ となり、基質の除去速度が大きめに影響する。CRTの定義から $Q_w \cdot X_r = V \cdot X / \theta_c - (Q_0 - Q_w) X_e$ となり、 θ_c を大にすると、基質除去速度係数 k が小さくなる事実からも、汚泥発生量を低減することになる。

図-5は、混合液を静置して汚泥を沈殿分離し得た生汚泥についての定圧沈降の結果を示している。CRTが2日と8日以上の場合にはケキ比抵抗は小さく、脱水性あるいは圧縮性が極めて良好であるといえる。

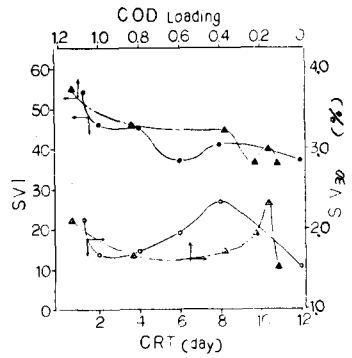


図-3 CRTとSVI, SV₃₀

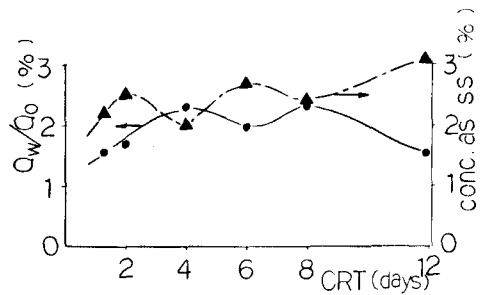


図-4 CRTと余剰汚泥発生率

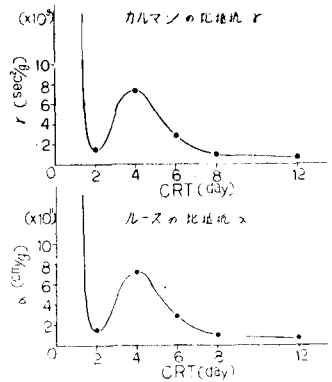


図-5 CRTとケキ比抵抗

以上に述べたように、余剰汚泥の処理という面からはCRTを大きくして汚泥発生量の低減化ならびに汚泥の濃縮性あるいは脱水性等の向上傾向を期待できるが、一方、処理水の水质の面からは汚泥の自己酸化分解が生じやすくなるという良好とはなり得ないことが推察される。これら双方の面を合わせて考慮検討した最適CRTの設定法について今後の研究を進めたい。

本研究を行うに際して、試験分析に協力された日大理工学部土木工学科の学生、大石 喜一郎、鳥住 英昭、長谷川 美喜男君(55年3月卒業)に心から感謝の意を表します。

V: 曝気槽容積, X: MLSS, X_r: 返送汚泥濃度, X_e: 流出水汚泥濃度, Q₀: 流入量