

北海道大学工学部	正員	清水達雄
北海道大学工学部	学生員	丸山 浩一
北海道大学工学部	正員	那須義和

1 はじめに

嫌気性消化プロセスの効率化や安定化を達成するためには、汚泥返送を伴うプロセスや流動床、固定床プロセスを用いて、反応槽内の汚泥濃度を高める必要があることが指摘されている。本研究では嫌気性消化槽に次殿槽を付設して、汚泥を消化槽へ返送するプロセスを用いると、どの程度まで消化槽内の汚泥濃度を高めることが出来、どの程度まで有機物負荷量も増加しても、あるいは水理学的滞留時間を短縮しても連続処理が可能であるか、また次殿槽での固液分離の程度を明らかにすることを目的として実験的検討を行った。

2 実験装置および方法

実験に用いたリサイクル（汚泥返送）型嫌気性消化プロセスは、5 L の反応槽に 3 L の逆円錐形の次殿槽を付設したもので、反応槽内混合液を次殿槽へ導き次殿槽へ沈降した汚泥を定量ポンプを用いて、汚泥返送比 1.0 で返送した。連続処理実験に用いた廃水は、グルコース、セルロースおよび酢酸を含有する三種類の合成廃水で TOC 値で 4000 ~ 5000 mg/L の有機物を含んでいる。反応槽内の pH を 7、温度を 37°C に制御して連続処理実験を行った。有機物負荷率は水理学的滞留時間を変えることによって変化させた。各基質、MLSS、溶存全有機炭素および有機酸の濃度とガス発生量および組成を経日的に測定し、これらの値がほぼ一定になるまで同一条件で運転を行い、定常値を求めた。

3 実験結果および考察

(3-1) MLSS 濃度および流出 SS 濃度 図 1 は反応槽内 MLSS 濃度と負荷率との関係を示したものである。グルコース、セルロースおよび酢酸を供給する系については、次殿槽を付設して汚泥の返送を行うことにより、MLSS 濃度をそれぞれ、およそ 2700、2500、1700 mg/L に維持することが出来た。これらの値は汚泥返送を行わないケモスタット型嫌気性消化プロセスの MLSS 濃度の 2~2.5 倍であった。また、セルロースを供給する系では、負荷率が 0.5 kg-TOC/m³・day までは負荷率の増加に伴って槽内セルロース濃度が増大したが、連続運転が可能であり、定常状態が達成された。しかし負荷率も 0.75 kg-TOC/m³・day に増加させると槽内 MLSS 濃度は変化しなかったが、セルロース濃度は 350 mg/L/day の速度で槽内に蓄積され、運転が不可能になった。この現象は未分解のセルロースが次殿槽で固液分離され、消化槽内へ返送されるために起った。後述するよう、グルコースおよび酢酸を供給する系では、有機物の分解速度によって運転可能な最大負荷率が決まるのに対して、セルロースのような固形有機物を処理する場合には、加水分解速度によって支配されることが明らかになった。次に流出水の SS 濃度を検討した結果、グルコース、セルロースおよび酢酸を含有するいずれの廃水についても、リサイクル型連続処理系では、負荷率に関係なく一定の値であった。すなわち、流出水中の SS 濃度の平

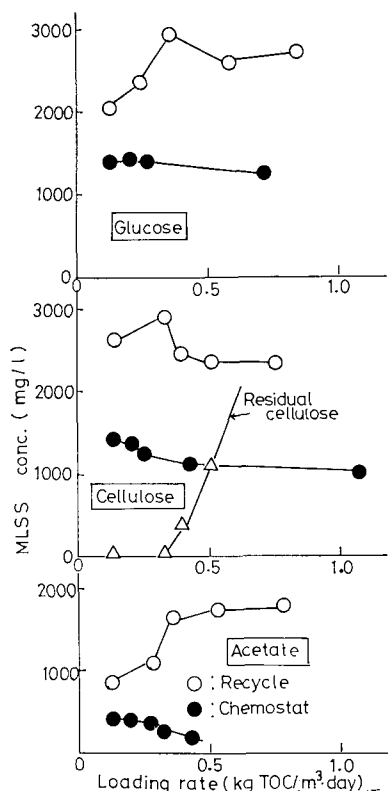
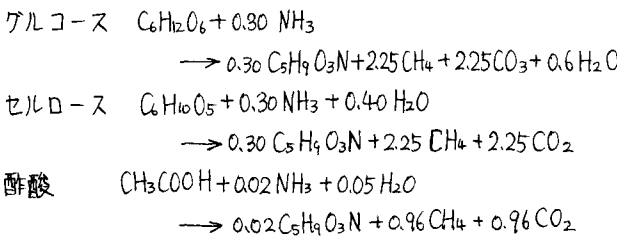


図 1 負荷率と槽内 MLSS 濃度との関係

均値は、グルコース、セルロースおよび酢酸の供給系について、それぞれ、800, 1000, 200 mg/l であり、沈殿槽を付設することによって十分な固液分離は不可能であった。

(3-2) 反応槽内溶存の有機酸濃度およびTOC濃度 図2は反応槽内の有機酸濃度およびTOC濃度と負荷率との関係を示したものである。いずれの基質を供給する連続処理系についても、負荷率が増加するに従って、残存TOC濃度と蓄積された全有機酸濃度は増加する傾向にあった。グルコースを供給する系では負荷率が1.0 kg-TOC/m³・day (滞留時間で4日) までは安定な処理が可能であるが、負荷率を1.4 kg-TOC/m³・dayに増加すると、反応槽にプロピオン酸および酢酸が蓄積され、メタンガス発生速度が顕著に低下した。酢酸を供給する系についても、負荷率が1.4 kg-TOC/m³・day以上になると酢酸が蓄積され、系は不安定になった。セルロースを供給する系では、負荷を増加させても蓄積される有機酸濃度は200 mg-COD/l以下で維持されたが、槽内セルロース濃度の急激な増加により、連続運転が不可能となった。

(3-3) メタンガス発生速度およびガス組成 図3はメタンガス発生速度と負荷率との関係を示したものである。グルコースおよび酢酸を供給する系では、1.0 kg-TOC/m³・dayまでは負荷率の増加に従ってメタンガス発生速度は直線的に増加した。また、セルロースを供給する系でも負荷率が0.5 kg-TOC/m³・dayまでは直線関係が成立した。図中に示した実線は基質の分解によって発生するメタンガスの計算値を示している。すなわち、菌体組成をC₅H₉O₃Nと仮定し、実験によって求められE菌体収率(グルコースおよびセルロースについては0.22 g-菌体/g-グルコース, 酢酸については0.04 g-菌体/g-酢酸)を用いて得られたような化学量論式から求めた値である。



実験値が計算値とよく一致していることから、グルコースおよび酢酸を供給する系では少なくとも負荷率が1.0 kg-TOC/m³・dayまで処理可能であることが明らかになった。また、セルロースを供給する系でも少なくとも負荷率が0.5 kg-TOC/m³・dayまで同様のことが言えた。

ガス組成は、全ての培養系で負荷率にかかわらず、メタンガスが65%、二酸化炭素が35%程度であり、水素ガスは検出されなかった。

最後に、本研究の遂行にあたり、工藤憲三氏、渡辺厚志氏、渡辺博氏の各氏に多大なる尽力を頂いたことを付記し、感謝いたします。

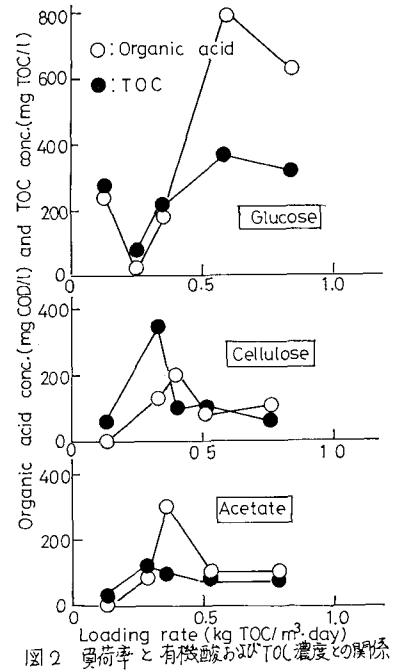


図2 負荷率と有機酸およびTOC濃度との関係

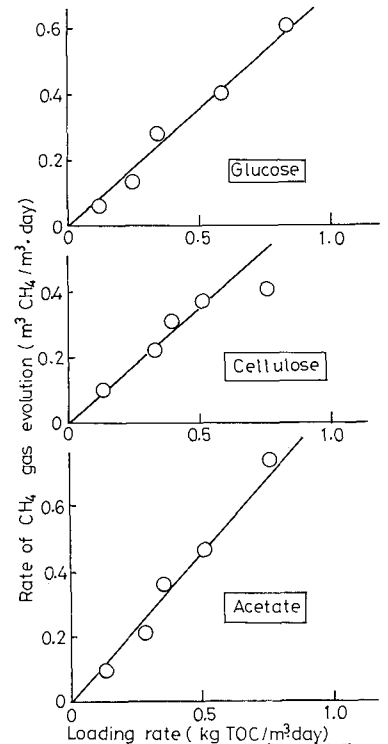


図3 負荷率とメタン発生速度との関係