

株式会社エンジニアリング 正〇堀内 淳一
 北海道大学工学部 清水 達雄
 北海道大学工学部 那須 義和

1 はじめに 嫌気性消化プロセスの処理効率を増大させることを目的として、酸生成相とメタン生成相とに分離する二相嫌気性消化プロセスが提案されている。しかし有機物のメタンガスへの変換には酸生成菌, *acetogenic bacteria* やメタン生成菌など機能の異なる微生物群が関与しているが、これらの微生物群の分離が嫌気性消化反応に及ぼす影響については未だ明確にされていない。本研究では酸生成菌とメタン生成菌との分離が嫌気性消化プロセスの処理特性に与える影響について明らかにすることを目的として、酸生成菌とメタン生成菌とを滞留時間制御により分離した二相プロセスと同容積の単相プロセスを用いて、連続実験を行い比較検討した。その結果単相プロセスと二相プロセスの処理特性の差異について2~3の知見を得たので報告する。

2 実験装置および方法 図1に示す2Lの酸生成槽と15Lのメタン生成槽とからなる二相プロセスと同容積(17L)の単相プロセスを用いて、8000 mg/L のグルコースを含有する合成廃水の連続処理実験を行った。相分離の影響のみを検討することを目的としたため、汚泥の返送は行わず、また二相プロセスでは酸生成相で生成された流出水およびガスは全てメタン生成相へ供給された。酸生成相はpHを6、温度を37℃、メタン生成相および単相プロセスはpHを7、温度を37℃に制御して運転した。残存グルコース、MLSS、有機酸の各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して、定常値を求めた。

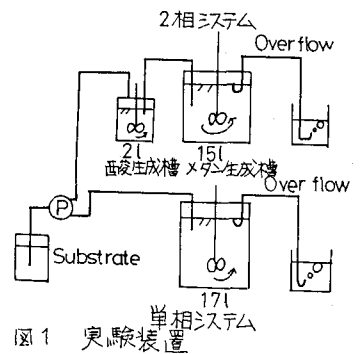


図1 実験装置

3 実験結果および考察

(1) 二相プロセスの操作条件の設定 二相プロセスの操作条件を決定するために、グルコースからの有機酸の生成特性と生成された有機酸のメタンガスの変換に関して実験的検討を行った。その結果生成される有機酸の種類とその濃度は有機物量には依存せず、pHによって支配された。(図2) すなわち主要な生成有機酸は酸性域では酪酸であり、アルカリ性域では酢酸とプロピオン酸であった。また酸生成菌の代謝活性はpH6~7で最大となる結果を得た。一方これらの有機酸の分解速度は酪酸、酢酸、プロピオン酸の順に小さくなり、特にプロピオン酸の分解速度は他の有機酸のそれらに比べて極めて小さいという結果が得られた。これらの結果から本実験では、全プロセスの律速段階となるメタン生成槽で最も分解しやすい酪酸が主に生成しかつ酸生成菌の代謝活性が最大となるpH6に酸生成槽を制御して、連続運転を行った。

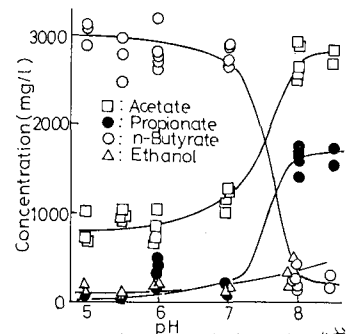


図2 酸生成槽での有機酸とエタノールの生成

(2) 処理特性 図3は単相および二相プロセスの各滞留時間におけるMLSS濃度(mg/L)、残存有機酸濃度(mg COD/L)の定常値を示したものである。単相および二相プロセスとも滞留時間4日以上では定常状態が維持できたが、滞留時間が3日以下になるとメタン生成菌の流出が起り処理水質が急激に悪化した。処理水中の有機酸濃度は全滞留時間を通して単相プロセスの方が低く、良好な処理水質が得られた。MLSS濃度は滞留時間9日以上では単相プロセスで1100~1300 mg/L、二相プロセスで600~800 mg/Lであり、二相プロセス

の方がかなり低い値であった。

この現象は単相プロセスでは消化槽内に酸生成菌とメタン生成菌が存在しかつ酸生成菌の栄養基質が連続的に供給されるのに対して、二相プロセスでは酸生成槽で増殖した酸生成菌がメタン生成槽で栄養基質が存在しないために自己分解が起る結果MLSSが減少したために起ったと考えられる。滞留時間が9日以下になると二相プロセスのMLSS

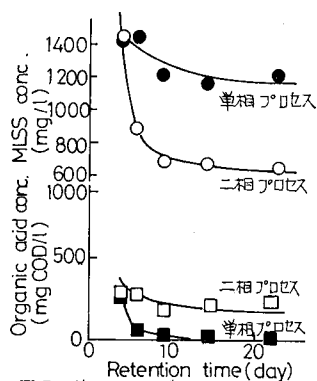


図3. 単相および二相プロセスにおけるMLSSと残存有機酸濃度

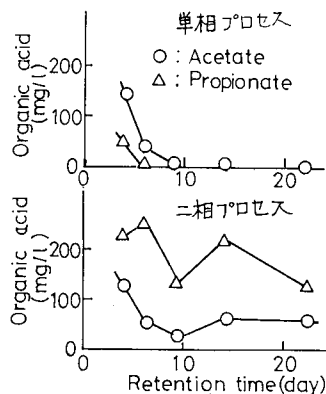


図4. 滞留時間と残存有機酸濃度との関係

SS濃度が急激に増加し、滞留時間4日では単相プロセスとほぼ一致した。この現象は滞留時間の短縮に伴い、菌体の自己分解が十分には進行しなかったためと考えられる。図4は各プロセスにおける滞留時間と残存有機酸濃度との関係を示したものである。単相プロセスでは主に酢酸が残存したのに対して、二相プロセスでは主としてプロピオン酸が蓄積した。図5は二相プロセスの酸生成槽で生成された各種有機酸のメタン生成槽での分解率と滞留時間との関係を示したものである。酸生成槽での主要生成物は酪酸、酢酸、エタノールおよびプロピオン酸であったが、これらの代謝産物のうち酪酸とエタノールは実験を行った滞留時間の範囲内で100%分解され、酢酸も96~85%除去されたが、一方プロピオン酸の分解率は4.3~3.8%で他の有機酸類に比して極めて低い値であった。前述した二相プロセスの処理水質の悪化は酸生成槽で生成したプロピオン酸のメタン生成槽での分解率が極めて低いことと起因することが判明した。したがって二相プロセスの処理性を向上させるためにはメタン生成槽内にプロピオン酸分解菌を高濃度に維持するか酸生成槽をプロピオン酸のような難分解性の有機酸を生成しない条件で運転することが必要である。図6は単相および二相プロセスについて滞留時間と全ガスおよびメタンガス生成速度との関係を示したものである。

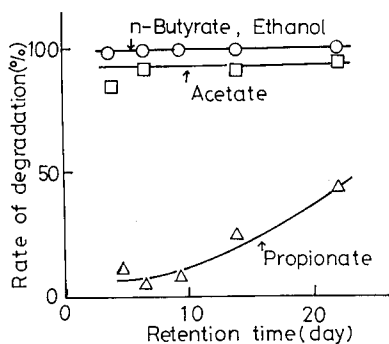


図5. 二相プロセスのメタン生成槽における各種有機酸の分解率

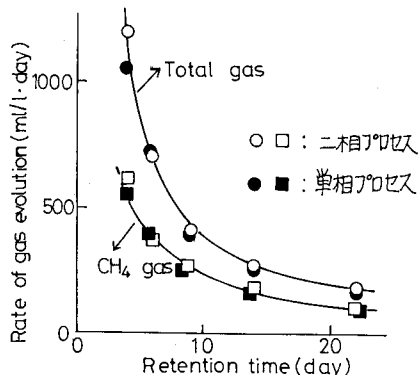


図6. 単相および二相プロセスのガス生成速度の比較

単相および二相プロセスとの間に明確な差異は認められず、ほぼ同様の傾向を示した。以上の結果から、単に酸生成相とメタン生成とを分離し、各々について最適化を計るのみではプロセスの効率化は期待できず、むしろ相分離により酸生成相でプロピオン酸のような難分解性の有機酸が生成することにより、若く水質の悪化が認められることが明らかになった。しかし二相に分離することによる処理効率の増大はメタン生成相において、酸生成菌と独立して、メタン生成菌の濃度を高めることによって期待できる。二相プロセスの処理能力を評価するためには汚泥移送、流動床等の菌体濃度を高められるプロセスを組み入れたシステムについて検討する必要がある。