

II-467

嫌気好気法汚泥における炭水化物含有率の大小と嫌氣的酢酸代謝能力の関係

東京大学工学部 学生員 玉真 俊彦
正会員 味埜 俊
正会員 松尾 友矩

1. はじめに

嫌気好気法汚泥では、汚泥内の炭水化物が嫌気時に一旦減少し、好気時にまた回復するというパターンを示すことは既に明らかにされている。この現象が、嫌気好気法汚泥の嫌気時特有の代謝、すなわち、1) 有機物の摂取、2) リン酸の放出、3) PHBなど蓄積物質の生成、とどのように結びついているかを調べることは、嫌気好気法汚泥によるリン除去過程を明らかにする上で必要である。ここでは、汚泥内の炭水化物量が嫌気時の有機物摂取量やリン放出量などにあたえる影響について、酢酸を基質にした場合について調べた。

2. 実験方法

嫌気好気法のバッチ式および連続式プラントによって培養した汚泥を用いて、酢酸を投与したバッチ実験を行なった。両プラントの培養有機基質・運転条件を表1、2に示す。

バッチ実験は、好気終り時の汚泥を1 lビンに分取して約20分間脱気したのち、酢酸ナトリウム溶液を汚泥混合液中で500mg/l程度になるように投与し、嫌気4時間、一部はさらにその後好気を付け加えてその間の変化を調べた。

分析方法は以下の通りである。リン関係はStandard Methodsに準拠し、P04-P はアスコルビン酸法、T-P は過硫酸カリ分解法を用いた。MLSS, MLVSSは下水試験方法、上ずみ有機物濃度はCODcr (JISK0102 工場排水試験法, 1981) またはTOC(島津TOC500型分析計) によった。また汚泥内炭水化物はAnthrone法で、PHBはクロロホルムで抽出したのち硫酸で加水分解し、クロトン酸として紫外吸光度法で測定した。なお、COD, TOC, P04-P では遠心分離した後の上ずみを5 Cフィルターで濾過したものをサンプルとした。

3. 実験結果の概要

バッチ実験は、バッチ式プラントの汚泥を用いて3回(B-1~B-3)、連続式プラントの汚泥を用いて2回(C-1, C-2)、計5回行なった。それぞれの場合の汚泥リン含有率P xは、B-1 ~B-3 では5.8 ~6.7%, C-1, C-2では4.1%であった。

いずれの結果でも、嫌気時には酢酸の摂取・リン酸の放出・PHBの合成・汚泥内炭水化物の減少が見られた。嫌気4時間の終わりには、リン放出や酢酸摂取はおおむね限界に達していた。また好気時にはリン酸の取り込み・汚泥内炭水化物の増加が見られた一方、PHBは減少する場合と増加する場合とがあった。

4. 考察

炭水化物含有率に対する嫌気時の代謝量を比較するために、嫌気0+ と4時間目の間の以下に示す4パラメーターの変化量を各回ごとに算出し、汚泥の炭水化物含有率との関係を調べた。

a) 炭水化物のMLVSSあたり減少量: $\Delta C.H./MLVSS(\%)$, b) リンのMLSSあたりの放出量: $\Delta P/MLSS(\%)$, c) 酢酸のMLVSSあたりの摂取量: $\Delta Acet./MLVSS(\%)$, d) PHBのMLVSSあたり合成量: $\Delta PHB/MLVSS(\%)$
これらの値と汚泥の炭水化物含有率との関係を、バッチ式プラントの汚泥を用いた結果については図1に、連続式プラントの汚泥を用いた結果については図2に示す。

図1のバッチ式プラント汚泥を用いた結果からは、汚泥の炭水化物含有率が大きいほど、各項目の変化量が大きい傾向が顕著に認められる。一方、図2の連続式プラントの汚泥を用いた結果では、各項目の変化量に明らかな差は見られ

表1 バッチ式・連続式プラントの流入水中有機基質濃度(mg/l)

有機基質	バッチ式	連続式
酢酸	135	90
プロピオン酸	—	30
コハク酸	—	30
グルタミン酸	—	30
ペプトン	135	90
酵母エキス	30	30

表2 バッチ式・連続式プラントの運転条件

運転条件	バッチ式	連続式
嫌気実滞留時間	1 h	0.6 h
好気実滞留時間	2 h	1.5 h
SRT	10 d	8.5 d

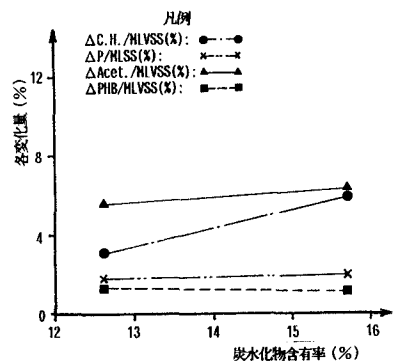
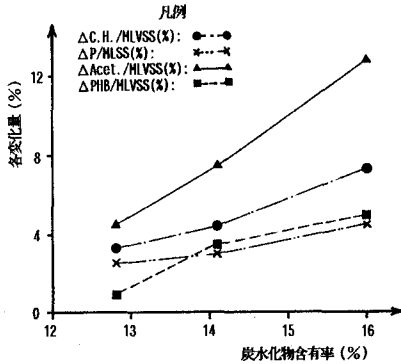
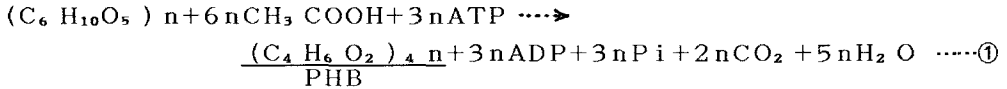


図1 バッチ式プラントの汚泥を用いた酢酸投与嫌気バッチ実験における酢酸などの変化量と炭水化物含有率との関係

図2 連続式プラント汚泥を用いた酢酸投与嫌気バッチ実験における酢酸等の変化量と炭水化物含有率との関係

ず、炭水化物含有率が高レベルでも代謝量が低く抑えられている。このことは次のように解釈できる。1) 汚泥の炭水化物含有率は酢酸の嫌気的代謝能力を決定する一つの支配因子であり、汚泥の炭水化物含有率が高いほど汚泥の酢酸代謝能力も高くなる。2) 低濃度の基質が定常的に供給される連続式プラントでは、基質獲得における種間の競争性が低くなるため、炭水化物含有率が比較的低レベルで、従って代謝能力が小さくても生存が可能である。図2の連続式プラント汚泥では今回測定した範囲の炭水化物含有率では代謝量に差が見られないが、炭水化物含有率がさらに低い場合には代謝能力の低下が生じるものと予想される。

酢酸の嫌気代謝については、酢酸がPHBに蓄積され、その際必要な還元力は炭水化物（グリコーゲン）が解糖経路で分解される時に発生するNADHを利用するものと考えて、以下の様に反応式をたてることができる。



この反応式から、炭水化物・酢酸・リン・PHBの変化量の理論モル比を求め、今回のバッチ実験の結果から求めた値と比較すると表3のようになる。

表3 酢酸の代謝における炭水化物・酢酸・リン・PHBの変化量の理論モル比と実験値との比較

	炭水化物の減少モル	酢酸の摂取モル	リンの放出モル	PHBの生成モル
理論量	1	6	3	4
B-1	1.6	6	8.4	0.9
B-2	1.3	6	6.2	1.9
B-3	1.4	6	7.0	1.9
C-1	1.2	6	4.7	1.1
C-2	2.0	6	4.6	0.7

理論モル比に対し実験値はリン放出量が大きめでPHB生成量が少なめである。しかし、PHBはその分析上収率があまり良くないことも考えると理論モル比と実験値とはおおむね一致すると見て良いであろう。このことから、酢酸の嫌気代謝において、炭水化物含有率が代謝量の一支配因子になっていることの具体的な代謝機構は、反応式①において炭水化物が還元力供給体になっているためであることがわかった。

5. まとめ

1) 酢酸を基質にする場合、汚泥の炭水化物含有率が代謝反応量を決定する一支配因子になっており、炭水化物含有率が高いほど代謝反応量が大きくなることが確かめられた。

2) 酢酸の代謝ではPHBまで代謝される時に必要な還元力が炭水化物の分解により供給される。従って、炭水化物含有率が何らかの理由により低下して分解可能な炭水化物量が減ると、汚泥内の酸化還元バランスの調整能が低下し、結果として代謝反応量が小さくなるものと考えられる。