



Title	一過式及び循環式UASBシステムにおける有機性廃水の処理特性
Author(s)	安部, 直樹; 遠藤, 素子; 江森, 弘祥 他
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 水処理 1 . P4-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 151-155
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7723
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-4-5_p151-155.pdf



4-5

一過式及び循環式UASBシステムにおける有機性廃水の処理特性

○安部直樹, 遠藤素子, 江森弘祥, 八木康之 (日立プラント建設㈱)

1. はじめに

UASB法は嫌気性微生物の自己造粒作用を利用して、菌体を高濃度に保持する高速嫌気処理法である。この処理法は食品廃水を中心に普及し、現在国内で100基以上が稼働している¹⁾。これら装置の多くは処理水を反応槽内に循環させる方式を採用している。循環を行う理由は、(1)処理水中のアルカリ度を再利用してpH調整剤の使用量を削減する²⁾、(2)高濃度の原水を希釈して処理の安定性を図るなどがあげられる。しかし、循環式UASB法は至適条件の異なる酸生成反応とメタン生成反応を同一の環境下で行うため、反応の遅いメタン生成が律速して高負荷処理が望めない。そこで、一過式及び循環式UASBシステムの有機物負荷や反応槽内の基質濃度分布などを検討し、両方式の基本特性について検討した。

2. 実験方法

2.1 供試原水

供試原水の性状を表1に示す。供試原水はジュース工場のオレンジジュース濃厚廃水を用いた。この濃厚廃水は生産工程でCOD_{Cr}濃度として6,000mg/ℓ程度に希釈排出されるため、実験ではこの排出濃度に水道水希釈して使用した。なお、原水は無機栄養塩としてNH₄HCO₃とK₂HPO₄をCOD_{Cr}:N:P比が300:5:1となるように添加した。

表1 供試原水の性状 (平均値)

項目	ジュース廃水 ^{*1,*2}
pH (-)	3.1
TOC (mg/ℓ)	36,400
COD _{Cr} (mg/ℓ)	96,500
COD _{Mn} (mg/ℓ)	59,500
T-N (mg/ℓ)	65
T-P (mg/ℓ)	7
TS (mg/ℓ)	88,400
VS (mg/ℓ)	88,100
SS (mg/ℓ)	180
VSS (mg/ℓ)	170

*1 COD_{Cr}濃度として6,000mg/ℓに希釈して使用

*2 添加薬品: NH₄HCO₃, K₂HPO₄を
COD_{Cr}:N:P=300:5:1となるように添加

2.2 実験装置及び方法

実験装置の概要を図1に示す。この装置は内径92mm、高さ1,975mm、実容積11ℓの透明塩ビ製であり、処理温度は外部ジャケットに恒温水を通水し37℃に保持した。また、槽内にはpHコントローラを設置し、NaHCO₃溶液(10w/v%)で槽内pHを7±0.2に保持した。原水はポンプP-1で反応槽底部に連続供給し、処理水は槽上部より排出した。ポンプP-2は循環式処理を行う場合のみ起動させ、処理水を循環した。発生ガスは脱硫後、湿式ガスメータで計測し排気した。実験は予め消化汚泥から形成したグラニュールを反応槽に6ℓ投入後、表1に示した原水を連続通水した。

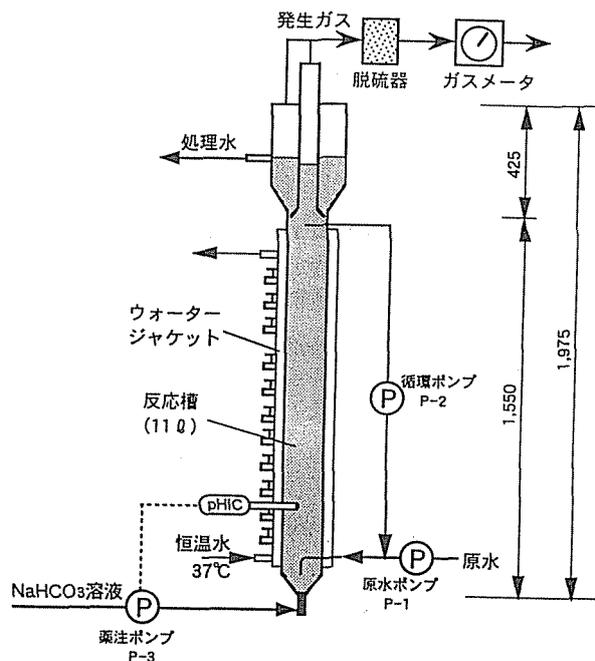


図1 実験装置の概要 (φ92x1,975mmH)

2.3 分析方法

TOC及び揮発性脂肪酸(Volatile Fatty Acid: VFA)の分析は0.45 μ mメンブレンフィルタのろ過液をサンプルとした。TOC分析は全有機炭素計(島津製作所製, TOC-5000A型)を用いた。VFA分析は高速液体クロマトグラフ(ヒューレットパッカード社製, HP1100型)を用い、有機酸分析用カラム(横河アナリティカルシステムズ製, CHA-E11)で分離した後、プロモチモールブルー溶液で発色させ吸光度を測定した。pH, COD_{Cr}などの一般分析はJIS K0102に基づいて分析した。

3. 実験結果

3.1 循環比と処理性能

一過式処理でCOD_{Cr}容積負荷5 kg/m³・dの条件から通水した。その後、処理の安定性を確認しながら、段階的に負荷を上昇させた。連続実験結果を図2に示す。30日経過時に一過式処理の条件でCOD_{Cr}容積負荷20 kg/m³・dまで上昇させ、COD_{Cr}除去率90~95%の良好な処理性能が得られたことから、この時点から循環式処理に切替えた。循環比(循環水量/原水量)1~5で約100日間にわたり連続処理した結果、循環比5では除去率が80%に低下した。

このことから、循環式処理はCOD_{Cr}容積負荷20 kg/m³・d, 循環比5が限界値と判断した。そこで、経過日数141日目以降から再度一過式処理での実験を行なった。その結果、一過式処理は循環式の約2倍に相当する容積負荷40 kg/m³・dまで安定した処理が可能であった。図2に示した連続実験結果をもとに、処理水の循環比とCOD_{Cr}除去率との関係を求めた。結果を図3に示す。COD_{Cr}容積負荷20 kg/m³・dにおけるCOD_{Cr}除去率は循環比を上げるにつれて低下し、循環比5の条件では80%となった。この原因を考察するため、一過式及び循環式処理時の反応槽内基質濃度分布の測定とグラニュール内部の菌相観察を行った。

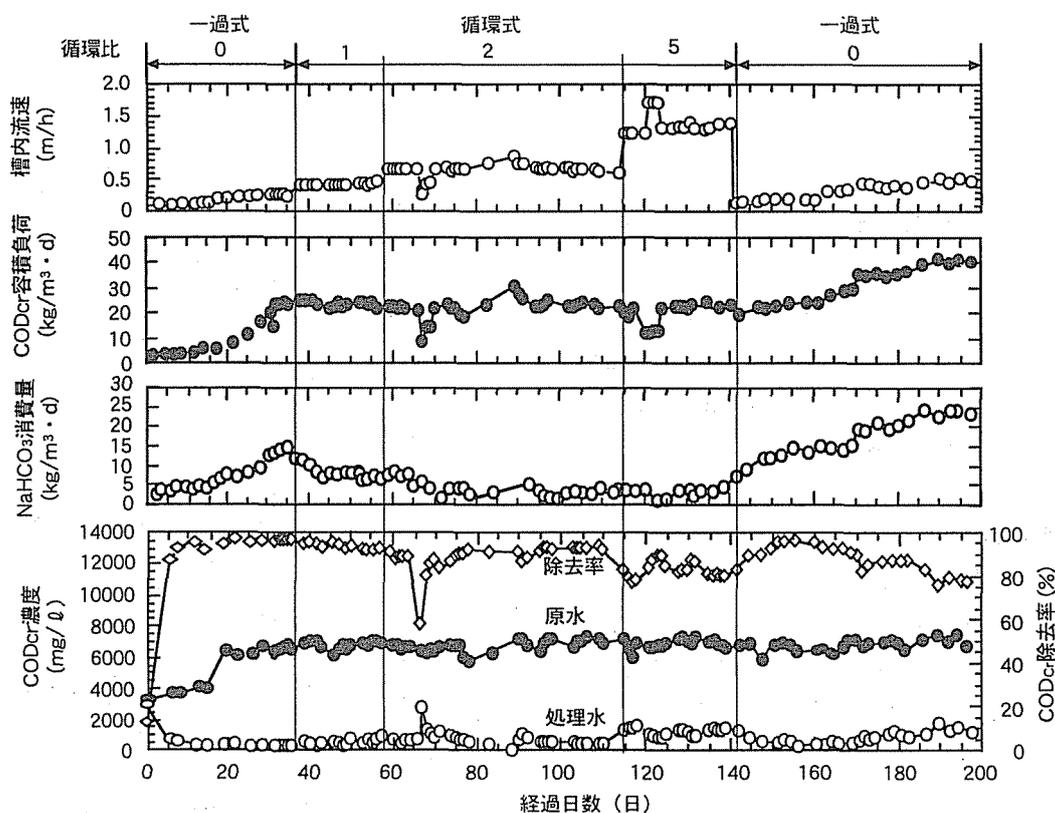


図2 連続実験結果

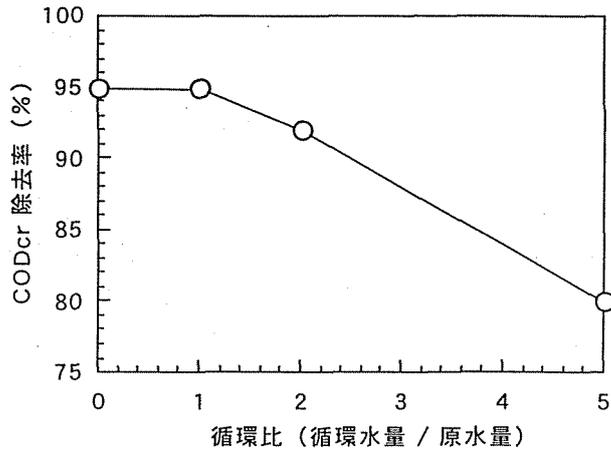


図3 処理水循環比とCODcr 除去率

3.2 槽内の基質濃度分布

CODcr容積負荷 $20\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ における一過式及び循環式処理(循環比:2)の槽内基質濃度分布を測定した。結果を図4に示す。一過式処理の場合、VFA濃度は反応槽下部で最大 $3,000\text{mg}/\ell$ に増加していた。また、VFA及TOC濃度は槽高が上がるにつれて低下し、グラニューール界面が形成されている槽高 60cm 付近では、ほぼ処理水と同程度であった。一方、循環式処理では槽内の基質濃度分布は認められず、VFA、TOCともに処理水に近い値であった。

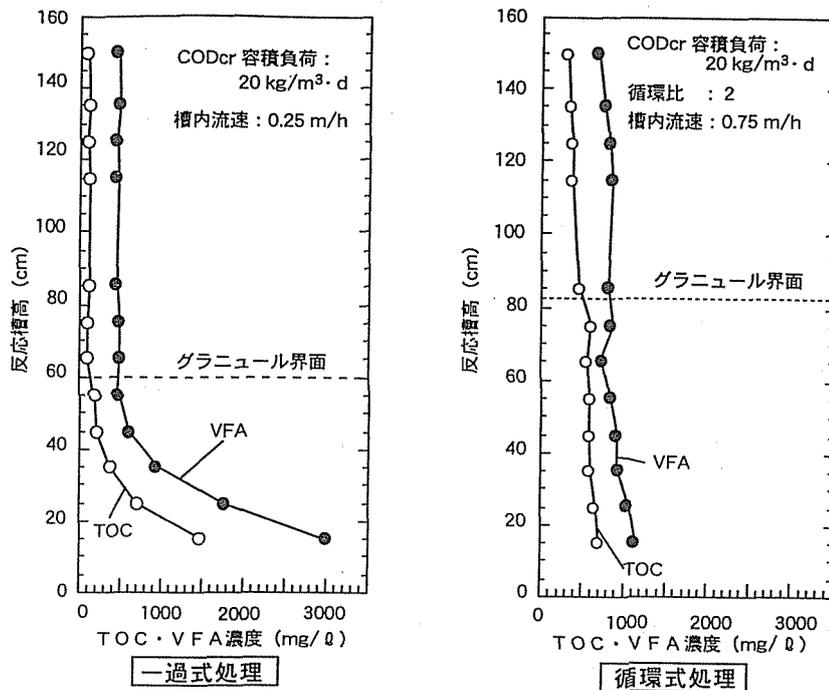


図4 一過式、循環式反応槽内の基質濃度分布

3.3 グラニュール観察

反応槽内のグラニュールを電子顕微鏡で観察した。結果を図5に示す。一過式処理の場合、層下部のグラニュールは白色であり、 $2\mu\text{m}$ 程度の桿菌が優先種であった。また、層上部は黒色のグラニュールで *Methanosaeta* sp. に類似した糸状性菌が多く見られた。一方、循環式処理では各部とも、一過式処理の層上部と同様な菌相であり、層高による菌相変化は認められなかった。

以上のように、一過式と循環式UASB法においては反応槽内の基質濃度やグラニュール内の菌相が大きく異なることが分かった。特に、一過式処理は反応槽下部のVFAが高濃度に存在することから、酸生成が主反応であり、反応槽内のグラニュールが酸生成とメタン生成領域に分離されていると考えられた。一過式処理が循環式と比べ、高負荷処理可能な理由の1つとして、この酸・メタン生成反応の分離効果があげられる。

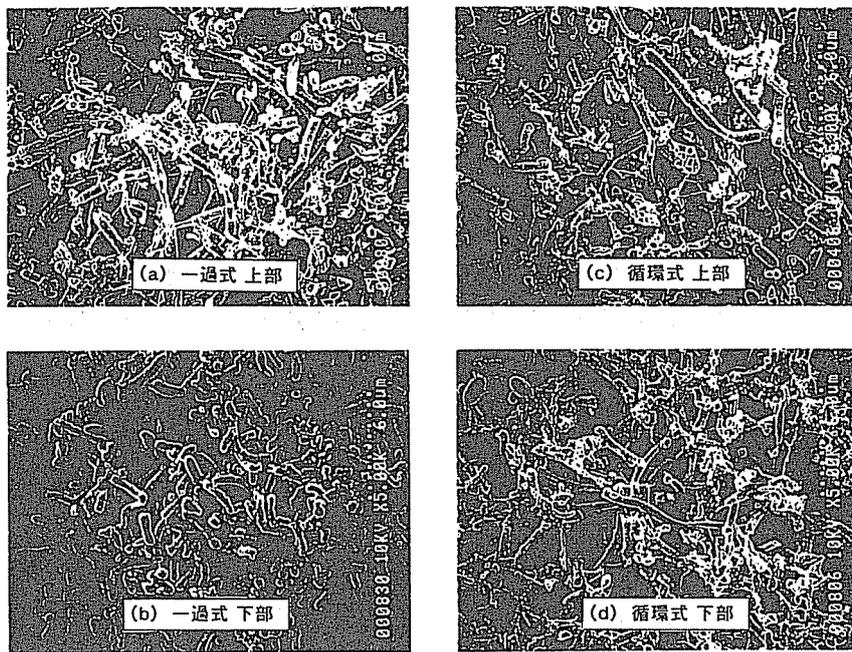


図5 グラニュール観察写真

3.4 アルカリ消費量

図2に示した連続実験の結果から循環比と NaHCO_3 消費量の関係を求めた。結果を図6に示す。今回実験で使用したジュース廃水はアルカリ成分を含まないため、一過式処理の NaHCO_3 消費量は $15\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ と循環式処理の2~3倍必要であった。一過式処理のアルカリ消費量はグラニュール層下部で生成されるVFA濃度に依存する。従って、廃水中のアルカリ度が少ない場合は NaHCO_3 などの薬品を多く必要とする。一過式UASB法は循環式と比べて高負荷処理可能であり、アルカリ成分を多く含む醸造廃液や発酵廃液処理に有効と判断する。

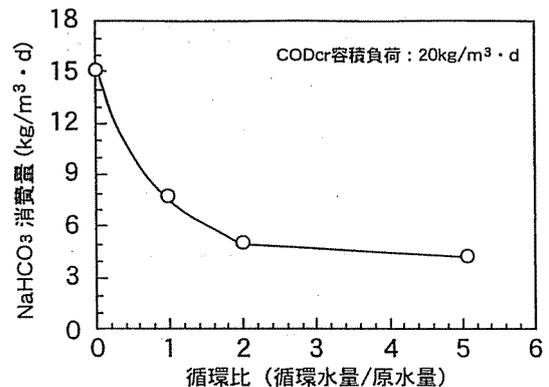


図6 循環比と NaHCO_3 消費量

4. まとめ

ジュース廃水を対象として、一過式及び循環式U A S Bシステムの基本性能を検討し、以下の結果を得た。

- (1) 一過式処理はC O D_{cr}容積負荷40kg/m³・dの条件で、C O D_{cr}除去率80%を得た。一方、循環式処理では、循環比5、容積負荷20kg/m³・dの条件で除去率80%であった。
- (2) 一過式処理は反応槽内で基質濃度勾配が生じ、酸生成とメタン生成領域を分離できることから高負荷処理が可能であった。

5. 参考文献

- 1) 小笠原尚夫：メタン発酵技術の普及状況，造水技術，23，1，pp.66-67 (1997)
- 2) 西村総介：二相式U A S B法における処理水返送率と中和用アルカリ剤使用量の関係，第31回日本水環境学会年会講演集，p.480 (1997)