

北海道大学 正 井上雄三 正 三好敬久 和泉 彰 正 神山桂一

1. はじめに 嫌気性処理は酸素供給のためのエアレーションを必要とせず、また余剰汚泥の発生も少ないことから、近年廃水処理の分野で大いに注目を浴びている。特に、従来の高濃度有機廃水のみならず下水のような低濃度廃水に対してもその適用の範囲が広がろうとしており、今までに幾つかの下水処理の例が報告されている¹⁾²⁾。報告の例は殆どが単相法であるが、本報では二相法を都市下水に適用し、酸発酵及びメタン発酵特性、並びに処理性について検討し、幾つかの知見が得られたので報告する。

2. 実験装置及び実験方法・条件 実験装置の概略を図1に示す。酸発酵槽AFRは返送を伴う汚泥浮遊方式で、容積40ℓである。メタン発酵槽MFRには固定生物膜接触方式、充填材には0.25～0.5mm 軽量骨材を付着させたPVCハニカムを用いた。充填材の表面積は5.2㎡、空隙率は94%、実容積は36ℓである。MFRには予め札幌市S下水処理場の初沈下水を用いて馴養した汚泥を植種した。更に約1ヶ月馴養期間をとった後実験を開始した。表1、2に実験条件を示す。実験期間は10月～12月迄の約70日間である。

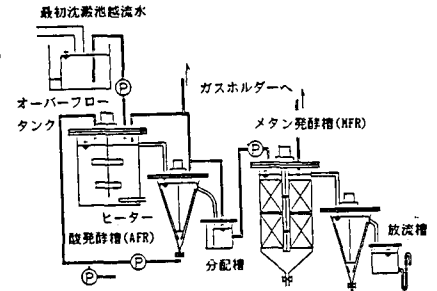


図1 二相嫌気性処理装置の概略図

表1 AFRの運転条件

Run No.	水温 (°C)	滞留時間 (hr)	流量 (l/hr)	返送流量 (l/hr)
Run1	17.2～22.6	8	5.0	1.75
Run2	20.0	5	8.0	2.80
Run3	20.0	3	13.3	4.67
Run4	20.0	2	20.0	7.00

3. 結果と考察 有機物の除去特性 表3、に各実験シリーズごとの水温及び気温の平均値を示す。流入下水の水温は12月下旬でも融雪時を除けば10℃以下にはならず、10～15℃の間で比較的安定していた。図2に初沈下水及び処理水のTOC、DOCの経日変化を示す。また、図4に各実験シリーズの水質の平均値を示す。残存DOCの中には、VFA（揮発性脂肪酸）も含まれているので、DOCをVFA由来（VFA-C）とその他（nonVFA・DOC）に分けて表した。

初沈下水のTOCは約50～70mg/ℓ、DOCは20～30mg/ℓで、通常の合流式のそれに比べると少し濃度が低いようである。図2、3から明らかなようにAFRにおいては有機物の除去される割合が少ない。これは沈殿槽の固液分離能が悪く、SSが流出したためである。流したSSは次のメタン発酵槽で殆ど除去された。本来、接触方式の生物膜リアクターのSS除去は、それほど期待されないのが一般的である、一方、循環流速が小さくなると充填材内部で沈殿作用が大きくなり、SS除去能も大きくなる。しかし、この状態が継続すれば、充填材が閉塞する恐れが十分にある。二相法における各微生物反応槽の果たすべき役割はAFRはVFA生成とSSの除去、MFRはVFAの分解ガス化であるが、本実験ではこれらの機能を十分に発揮させ得たとはいえない。それでも、MFRからの流出水は大きな流入変動に対しても非常に安定していることが分かる。 溶溶性有機物は、AFR

表2 MFRの運転条件

Run No.	滞留時間 (hr)	流量 (l/hr)
Run1	16	2.25
Run2	10	3.60
Run3	6	6.00
Run4	4	9.00

表3 各実験シリーズにおける水温及び気温の平均値

Run No.	水温 (°C)			気温 (°C)
	SEWAGE	AFR	MFR	
1	13.5	19.5	29.2	18.6
2	13.5	19.5	29.2	18.6
3	11.8	19.5	14.4	10.1

では殆ど除去されず、専らMFRで除去されており、約10mg/ℓ程度にまで浄化される。一方、MFR流出水のDOCと紫外部吸光度 (E260) との比をとると、全シリーズで

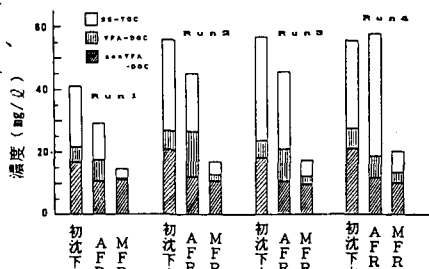


図3 原水及び処理水の残存有機物分画

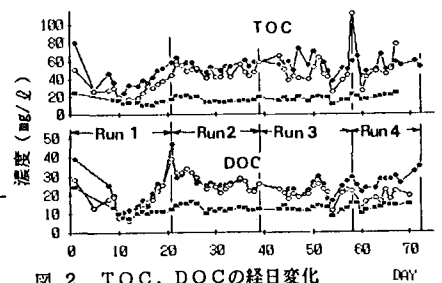


図2 TOC、DOCの経日変化

80~100程度となり、溶解性の残存有機物はまだかなりの部分が生物分解性であると考えられる。ところが、AFRとMFR流出水のnonVFA・DOCにはそれほど違いはなく、どちらも10mg/ℓ程度になっている。このnonVFA・DOCの生物分解性を調べるためにE260との比をとってみると、図4に示したように60程度の値になっており、生物学的にかなり安定な物質であると思われる。このことは、AFR内に残存しているVFA以外のDOCの殆どは生物難分解性有機物であり、初沈下水に含まれていた易分解性の溶存有機物はAFRにおいて速やかに酸生成菌に摂取されたことを示すものである。図5はMFR流出水のnonVFA・DOCと塩化物イオンの関係を示している。難分解性有機物は弱いながら塩化物イオンに依存していることを考慮すると、S処理場においては嫌気性微生物に対して7~10mg/ℓ程度の難分解性有機物が残存しているものと思われる。

揮発性脂肪酸 図6にVFAの経日変化を示す。生成されたVFAは殆ど酢酸であった。AFRにおける負荷と見かけのVFA生成速度の関係を図7に示す。VFAに変換される有機物は殆どが溶解性と思われるが、負荷が300~400 g-TOC/m³/dになると速度が減少する。図8はMFRにおけるVFA分解特性を示している。VFA負荷が50 gC/m³/dになると、除去フラックスが0.3 gC/m³/d程度になり飽和する。ところが、実験室における低温実験においては(7.8℃)2.4 gC/m³/d程度³⁾にも達していることから、本装置においてももう少し高い最大除去フラックスが得られるものと思われる。

硫酸イオン 図9に経日変化を示す。硫酸イオンは初沈下水中に50mg/ℓ程度含まれ、AFR内で速やかに還元される。硫化水素や硫化物は厄介な物質で、解決しなければならない多くの問題を抱えている。

酸発酵槽内汚泥の性状と汚泥発生量 図10にAFR内の汚泥濃度とSVIを示す。MLVSS:1000~1500 mg/ℓ、SVI50~70と比較的安定していたが、前述のように沈殿池でのSSの除去がよくなく、40~100mg/ℓのSSが流出した。余剰汚泥発生量は0.76 Ckg/Ckg程度であり、好気性と比べてそれほど小さな値ではない。

参考文献

- 1) 衣田他:嫌気性流動床による下水処理(1) -嫌気性条件下における下水中の浮遊性固形物の造粒と分解特性-、下水道協会誌Vol.23, No.264, PP28(1986)
- 2) Jewell, W.J. et al.: Municipal Wastewater Treatment with the anaerobic attached microbial film expanded bed process, JWPCF, Vol.53, 482(1981)
- 3) 三好:二相嫌気性処理法の都市下水への応用に関する実験的研究、北海道大学工学部修士論文(1987)

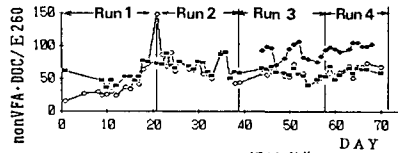


図4 nonVFA・DOC/E260の経日変化

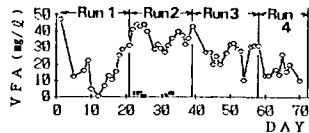


図6 酸発酵槽AFRにおける揮発性有機酸VFAの経日変化

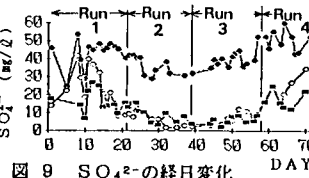


図9 SO₄²⁻の経日変化

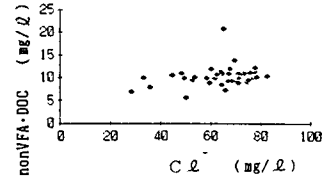


図5 nonVFA・DOCとCl⁻との関係

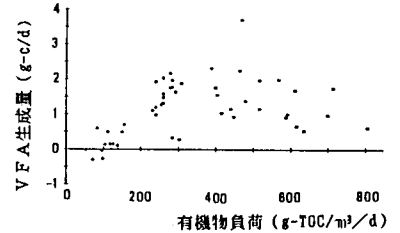


図7 酸発酵槽AFRにおける有機物負荷と見かけのVFA生成速度との関係

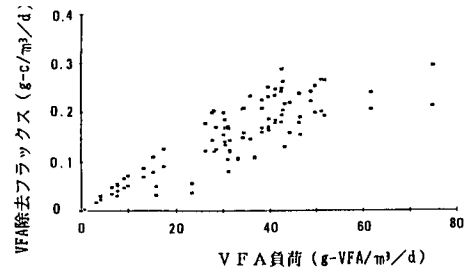


図8 メタン発酵槽MFRにおける負荷と除去フラックスの関係

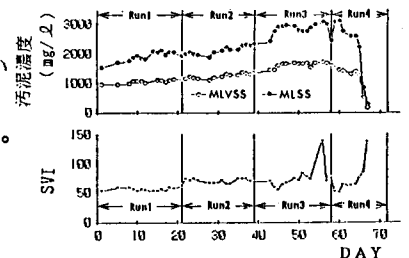


図10 酸発酵槽内の汚泥濃度とSVIの経日変化