

II-75 余剰活性汚泥の嫌気性自己分解特性について

東北大学 正 〇李 玉友
学 安達武志
正 野池達也

1. はじめに

下水処理において活性汚泥法などの好気性生物処理法は広く用いられているので、下水処理に伴う副産物として大量に生成する余剰活性汚泥の処理・処分も重要な課題である。最近、Wu et al.¹⁾は好気性活性汚泥をUASB反応器の種汚泥とすることが可能であると報告している。演者ら²⁾嫌気性消化における活性汚泥の分解特性を検討しており、その分解の機構を解明するために、嫌気性条件における活性汚泥の自己分解挙動を調べることが必要である。このようなことを踏まえて、本研究は下水処理場現場の活性汚泥と実験室内でグルコースを用いて培養した活性汚泥について実験を行い、活性汚泥における嫌気性細菌の分布、嫌気性条件における自己分解特性などを測定し、考察を加えた。

2. 実験材料および方法

2.1 活性汚泥 本研究に用いた活性汚泥は2種類があり、サンプルAは仙台市下水処理場の返送活性汚泥であり、サンプルBはグルコースを基質にして実験室で培養した活性汚泥である。その化学性状はTable 1に示す。

2.2 実験装置 回分実験に用いた装置はFig.1に示すように、ガスを循環させることによって反応槽内を攪拌し、生成したガスは水上置換法によって収集する反応槽である。温度を維持するために、装置の全部を $35 \pm 1^\circ\text{C}$ の大型恒温槽に設置した。

2.3 実験方法 活性汚泥を反応槽に注入し、 N_2 (65%) + CO_2 (35%)の混合ガスで気相部を十分に換気した後、実験を開始した。定期的にガス生成量、ガス組成および反応槽内混合液の水質指標についてそれぞれ測定した。嫌気的操作法はHungateのガス噴射法を用い、トータル嫌気性細菌はロールチューブ法により、メタン菌はMPN法により、それぞれ計数した。

3. 結果および考察

3.1 活性汚泥における嫌気性細菌

およびメタン菌 Table 1は活性汚泥における嫌気性細菌の計数結果を示す。サンプルAにおいて 10^7 No./mlのトータル嫌気性細菌および 10^5 No./mlのメタン菌が検出され、サンプルBにおいて 4.9×10^6 No./mlのトータル嫌気性細菌と 5.3×10^5 No./mlのメタン菌が検出された。1g-SS当りの菌数を見ると、下水処

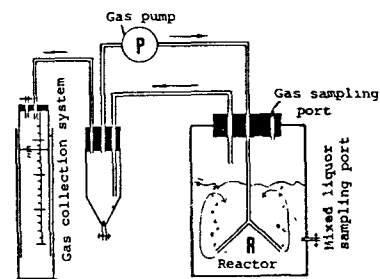


Fig.1 Experimental apparatus

Table 1. The chemical composition of activated sludge used in this study.

Sample	A	B
Total COD_{Cr} (mg/l)	16700	52100
Soluble COD_{Cr} (mg/l)	490	1330
SS (mg/l)	11460	42920
VSS (mg/l)	9980	36670
Composition of VSS (%)	Protein	63.0
	Carbohydrate	6.7
	Lipid	10.0
	Others	20.3

Table 2. Culture counts of different metabolic groups of anaerobic bacteria in activated sludge

Metabolic group	Sample A from sewage treatment plant		Sample B from glucose treatment tank	
	No./ml ⁻¹	No./gss ⁻¹	No./ml ⁻¹	No./gss ⁻¹
Roll tubes (CFU)				
Total culturable	1.4×10^7	1.2×10^9	4.9×10^6	1.1×10^8
MPN of methanogens (5 tube)				
Total methanogens	2.2×10^5	2.2×10^7	5.3×10^5	1.2×10^7
Hydrogen degraders	2.2×10^5	2.2×10^7	1.9×10^3	4.4×10^4
Acetate degraders	1.3×10^4	1.3×10^6	4.0×10^1	9.3×10^2

現場から取ってきた活性汚泥（サンプルA）にいる嫌気性細菌数は室内で培養したものより多い。ちなみに、メタン菌の数はWuら¹⁾の結果に比べればやや少ないものの、オーダーは同じものである。

3.2 嫌気性条件における活性汚泥の自己分解過程

Fig.2 は35℃の嫌気性培養条件における活性汚泥の自己分解によるVSSの分解率を示す。これによれば、活性汚泥に嫌気性消化の種汚泥を添加しなくても、サンプルAとサンプルBの活性汚泥は共に自己分解が起こり、30日の嫌気性培養を通じて、VSSの分解率はサンプルAでは約60%、サンプルBでは約50%という嫌気性消化並みの高い分解率が得られている。Fig.3 はサンプルAの自己分解過程におけるVFAの挙動を示す。嫌気性培養の初期において有機酸は酢酸>プロピオン酸>iso-酪酸>iso-吉草酸>n-酪酸の濃度順で生成したが、メタン生成に伴い、これらの有機酸はまた分解されていき、分解されにくいプロピオン酸も30日後に殆どが除去された。Fig.4 はサンプルAの嫌気性自己分解過程におけるCOD物質収支を示す。ここで物質の存在形態に基づき、固形物、溶解性有機物およびガスの三つの部分に分けて整理した。活性汚泥は殆ど固形物であるが、これを嫌気性条件において培養すると、まず固形物の可溶化が進み、溶解性有機物としてのVFAおよび溶解性タンパク質などが生成する。Table 2 に示したように、活性汚泥において 10^7 No. gSS⁻¹のメタン菌が生存しているので、生成したVFAは最終的にメタンガスまで分解される。サンプルAにおいて30日の嫌気性培養によって、CODの約50%がメタンまで転化することができた。しかし、サンプルBの場合、VSS濃度が高いので、生成したVFAは10000mg/l まで蓄積し、pHが5.0 まで低下し、酸敗現象が起こり、メタン発酵が余り進行しなかった。

加えて、40日間培養したサンプルAの混合液について測定してみた結果、嫌気性細菌とメタン菌の菌数および酸生成活性とメタン生成活性は著しく増加したことから、活性汚泥から嫌気性種汚泥を培養することが可能と考られる。

4. まとめ

(1) 好気性エアレーションタンクの活性汚泥においても、 $10^6 \sim 10^9$ No. gSS⁻¹の嫌気性細菌および 10^7 No. gSS⁻¹のメタン菌が生存している。

(2) 活性汚泥を嫌気性条件で培養すると、自己分解により酸発酵とメタン発酵が進み、VSSの50~60%が分解される。

参考文献：1)Wu et al (1987), Water Research, Vol.21, No.7, 789~799.

2)李, 野池 (1987), 水質汚濁研究, Vol.10, No.12, 729~740.

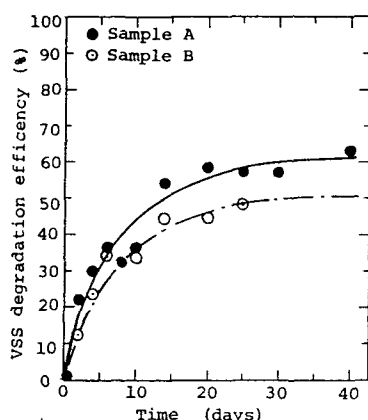


Fig.2 Effect of incubation time on VSS degradation efficiency.

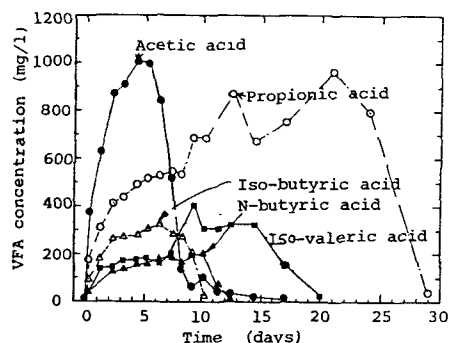


Fig.3 Effect of incubation time on volatile fatty acid concentration in sample A

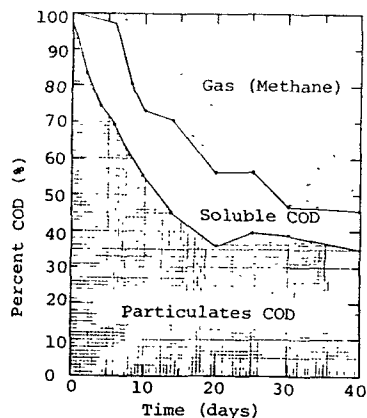


Fig.4 Effect of incubation time on COD material balances in sample A