

海域底質中の有機物の嫌気性分解に関する研究

東北大学工学部 学生員 ○桑添貞彦
 東京大学工学部 正員 花木啓祐
 東北大学工学部 学生員 吉野明良

1. はじめに

重金属等の有害物質を含む底質と同様、有機物質を多量に含む底質も水質環境に対して大きな影響を及ぼす。このような底質は、最終的には極めて嫌気の状態になり、硫酸還元反応、メタン生成反応等が起こるようになる。特に海域底質では硫酸イオンが豊富に存在するため硫酸還元菌の活動が活発であり、メタン生成反応は極めて特殊な環境の中で前者との競合、あるいは共生といったかわりを持ちながら進むことになる。本研究では、海域底質中での有機物質分解について、特に硫酸還元反応とメタン生成反応に的を絞り、回分実験と連続実験を行ない、基質をめぐり両者の関係、硫酸イオンのメタン生成反応への影響、動力学特性に対する温度の影響について検討した。

2. 実験方法および材料

(1) 回分実験……宮城県塩釜湾の感潮河川河口部において採取した底泥を、1年以上に亘って表-2に示す、グルコースと単一炭素源とする人工海水で25℃において馴致し、この種汚泥を35mlずつ、容量70mlのバイアルにつめ、表-1に示す基質を添加して気相をN₂で置換し、密栓後振とう培養器で25℃に培養した。そして時間の経過とともにガス発生量と組成、酢酸の消長、硫酸イオンの変化などを追跡した。

(2) 連続実験……実験装置は、図-1に示すモスタット型連続培養装置である。種汚泥は回分実験に用いたものと同じで、表-2に示す基質の流入にはマイクロチューブポンプを使い、ポンプの流量と反応容積を変えることにより表-4に示す菌体滞留時間(SRT)を設定した。各反応槽は、恒温水槽とクーラーにより15℃に維持された。各SRTの1.5～2倍以上運転した後、TOA、硫酸イオン、グルコース濃度の安定をもって定常状態と判定した。定常状態における主な分析項目は、pH、TOA、ガス発生量、グルコース濃度、硫酸イオン濃度、硫化物量、VFA組成、MLVSSである。

3. 実験結果及び考察

(1) 回分実験……図-2にRun5の硫酸イオン、酢酸濃度、メタン発生量の経日変化を示す。

表-1 各系へ添加された基質

	(mg/l)	(mg/l)
RUN.1	blank	
RUN.2	Acetate 2500	
RUN.3	" "	SO ₄ ²⁻ 1000
RUN.4	" "	" 4000
RUN.5	" "	" 8000

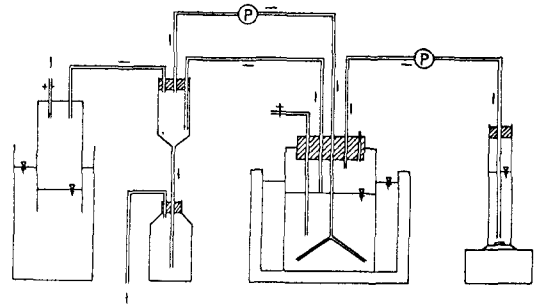


図-1. 連続実験装置

表-2 基質組成(mg/l)

Carbon source	
Glucose	10000
Artificial sea water	
NaCl	27800
MgCl ₂ ·6H ₂ O	8440
MgSO ₄ ·7H ₂ O	3530
CaSO ₄ ·2H ₂ O	2260
K ₂ SO ₄	890
NH ₄ Cl	1530
KH ₂ PO ₄	350
1N NaOH	100cc/l

表-3 設定SRT

反応槽 No	設定SRT (day)
RUN. 1	13.7
RUN. 2	8.3
RUN. 3	5.2
RUN. 4	30.4
RUN. 5	19.5
RUN. 6	2.8
RUN. 7	23.1

図において、酢酸の減少とともに硫酸イオンの減少とメタンの発生が進行し、酢酸が消失すると硫酸イオンの減少もメタンの発生も停止していることが分る。また、計算によると還元された硫酸イオンのCOD値と発生したメタンのCOD値の合計は、消費された酢酸のCOD値にほぼ等しく、このことはRun 3、Run 4についても言えた。これらのことは、酢酸が硫酸還元菌とメタン生成菌の両者によって同時に消費されたことを示し、両者は基質をめぐる競合関係にあると考えられる。図-3は、Run 3～5のメタンガス発生の経過を比較したものである。3つともメタン発生量、発生速度ともほとんど差は見られず、順調にメタンが発生している。このことより、本研究で用いたメタン生成菌は、少なくとも8000 mg/lまでの SO_4^{2-} ではまったく阻害を受けないものと思われる。

(2) 連続実験……基質濃度Sに残存硫酸イオン濃度(mg/l)を用いて、図-4に示すHofstee Plotにより硫酸還元菌の15℃における動力学定数を求めた。結果は、最大比増殖速度 $\mu_{max} = 0.270 \text{ day}^{-1}$ 、飽和定数 $K_s = 184 \text{ mg/l}$ 、最小菌体滞留時間 $S_{min} = 3.70 \text{ day}$ 、最小世代時間 $g_{min} = 2.57 \text{ day}$ であり、25℃における値が $\mu_{max} = 0.69$ 、 $S_{min} = 1.45$ 、 $g_{min} = 1.0$ であった¹⁾ことと比べると、明らかに温度の低下により増殖活性が落ちていることが分る。図-5は、定常状態におけるTOA濃度とSRTの関係を示したものである。25℃においては、SRTが長くなるにつれて硫酸還元菌とメタン生成菌によりTOAが順調に消費されているが、15℃においては、かなりのTOAが残存している。残存グルコース濃度、 SO_4^{2-} 濃度の測定から、SRTが3日以上では、酸生成菌によるTOAの生成量と硫酸還元菌によるTOAの消費量は、どちらの温度でも同じ位だと考えられるので、この図の結果は、SRTが比較的長い系においても、温度の低下によりメタン生成菌の活性が著しく弱められたことを示していると考えてよいだろう。

4. おわりに

底質中の嫌氣的分解機構について更に詳しく説明してゆくためには、反応槽をより現場の状況に近づけ、硫化物等による阻害作用についても考慮せねばならないだろう。(参考文献) 1) 神笠進也 : 才38回年講 (1983)

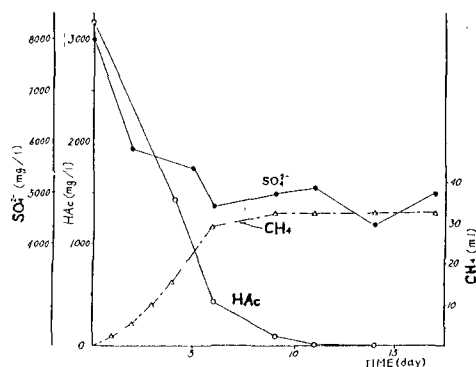


図-2 Run 5の経日変化

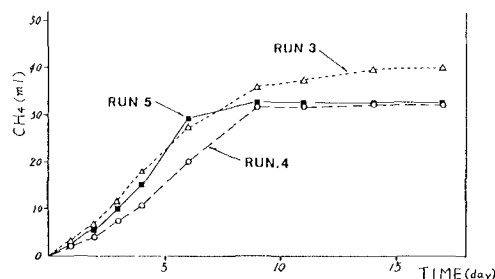


図-3 各系のメタン発生量比較

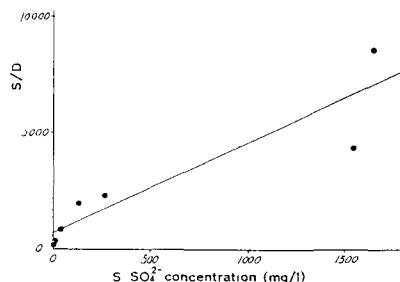


図-4 硫酸還元反応のHofstee Plot

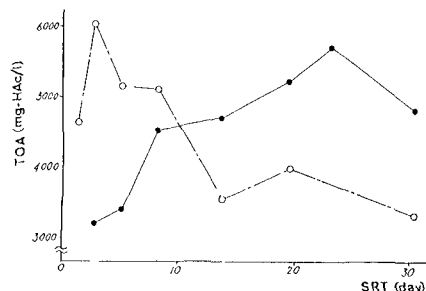


図-5 定常状態におけるTOAとSRTの関係