

II-474

嫌気性消化におけるホモ酢酸生成菌の役割

○東北大学大学院 学 張 天成

東北大学工学部 正 野池達也

1. はじめに

嫌気性消化プロセスにおけるホモ酢酸生成菌は、重要な4代謝グループの一つと考えられる。そして、その役割は、有機化合物や炭酸ガス等から酢酸を生成することである。したがって、ホモ酢酸生成菌はメタン菌、硫酸還元菌、あるいはAcetogenic菌との種間 H_2 伝達や基質利用の競合及び酢酸生成と言った重要な役割を担っている。しかし、ホモ酢酸生成菌についての研究はメタン菌、acetogenic菌あるいは硫酸還元菌の研究に比べて非常に少なく、この菌群に対する認識は余りはっきりしていない。そこで本研究においては嫌気性消化の酸生成段階におけるホモ酢酸生成菌の菌数及び酢酸生成について実験、検討した。

2. 実験装置および方法

①実験装置と基質 実験装置はFig.1 に示した。基質は主としてstarchである。運転条件はSRT がそれぞれ10.2、5.0、2.5、2.0、1.0、0.5、0.25、0.175（日）になるように調整した。

②ホモ酢酸生成菌の測定 ホモ酢酸生成菌の計数はMPN 法（五管法、36℃で4週間以上培養する）により、ガス組成（ CO_2 ガスと CH_4 ガスの有無）と VFA（HAC蓄積の有無）を検討することによって決定した⁽¹⁾。

③回分実験 120ml のバイアル瓶を用い、 CO_2 ガスを噴射しながら、80mlの基質と遠心分離された供試サンプル汚泥をそれぞれ注入し、36℃で振動培養した。

3. 実験結果及び考察

①本研究においてホモ酢酸生成菌の菌数 図2に示したように、生育したホモ酢酸生成菌は $10^6 \sim 10^{10}$ 個/mlである。SRT が1日より長い場合には、滞留時間の減少に伴ってホモ酢酸生成菌の菌数は減少していく傾向が見られる。一方、SRT が1日から0.5 日の間は、菌数は増大していく傾向が見られ、SRT が0.5 日の時に、菌数は 3.5×10^{10} Cell/mlで最大であった。そして、SRT をさらに短くした場合は、菌数は減少していく傾向が見られる。これはホモ酢酸生成菌の Washout 現象が起っているためと思われる。以上の結果より、ホモ酢酸生成菌の菌数は、SRT の変化によって、かなり異なってくることが分かった。いままで報告されたホモ酢酸生成菌の計数結果は大体滞留時間1日以上消化槽及び底質汚泥からサンプリングしたものを検討したものであり、 $10^5 \sim 10^7$ cell/ml オーダーであるが⁽²⁾、本研究において、滞留時間を0.18～10 日の範囲で変化させ、ホモ酢酸生成菌の分布に

及ぼす滞留時間の影響を調べた結果は、 $10^6 \sim 10^{10}$ cell/ml オーダーで変化することが分かった。ホモ酢酸生成菌の倍增時間は約2～29時間であるため、反応槽内の H_2 濃度が1000 ppmより高いと（本研究において、ガス組成の10～35%程度）、本細菌は水素酸化性メタン菌より優先的に増殖出来る。一般に、酸生成段階に関する研究において、滞留時間1日以下に酢酸濃度は最大となる。本研究の菌数の計数結果により、これは

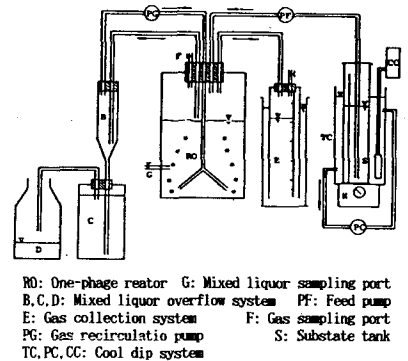


Fig. 1 Schematic of Experimental Apparatus

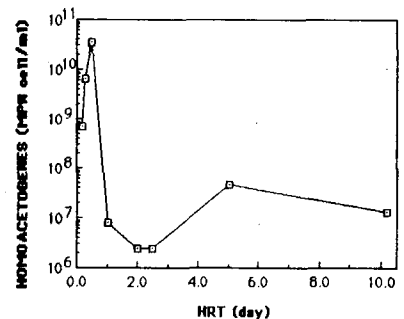


Fig. 2 The Relationship between MPN and HRT

メタン菌のWashout によって酢酸の蓄積が起こるためだけではなく、ホモ酢酸生成菌が短い滞留時間において速く増殖し、酢酸生成を促進することがもっと重要な原因と思われる。

②CHCl₃の阻害実験 図3より、CHCl₃はホモ酢酸生成菌に対して阻害作用があることが分かる。CHCl₃を0.005%添加すると、ホモ酢酸生成菌が完全に阻害された。図4に示したように、安定状態に達している完全混合反応槽（HRT=1.2 day）に0.01% CHCl₃を添加すると、生成される酢酸の量は約26%程度減少した。Glucose 及び Lactoseを基質として行なった同様の回分実験では（HRT=3.3 hの反応槽からサンプリングした）、ホモ酢酸生成菌が阻害されたため、生成された酢酸の量は約13~20%及び30~47%程度減少した。また、Mackie and Bryant は嫌気性消化の物質収支の中で、CO₂ + H₂からの酢酸生成が約1.3 ~ 5.3%を占めることを報告しており、さらに、近年、ホモ酢酸生成菌はCO₂ + H₂だけではなく、糖類、アミノ酸、芳香族化合物及び嫌気性消化の中間代謝産物まで利用出来ることが分かるようになった。このような結果から判断すれば、ホモ酢酸生成菌はH₂によるCO₂の還元により、種間H₂伝達に役を立つだけではなく、中間代謝さらに酸発酵においても重要な位置を占めていると考えられる。

4. 結論

本研究により得られた結論は以下になる。

①滞留時間を0.18~ 10 日の範囲で、ホモ酢酸生成菌の菌数は10⁶ ~ 10¹⁰ cell/ml であり、0.5 日のHRTで最も多く存在する。

②CHCl₃はホモ酢酸生成菌に対して阻害作用がある。0.005%CHCl₃を添加すると、ホモ酢酸生成菌が完全に阻害された。

③酸生成槽における酢酸の収率の中で、ホモ酢酸生成反応からの酢酸生成は約20%程度を占める。ホモ酢酸生成菌は嫌気性消化における種間H₂伝達だけではなく、中間代謝さらに酸発酵においても重要な役割を果たしている。

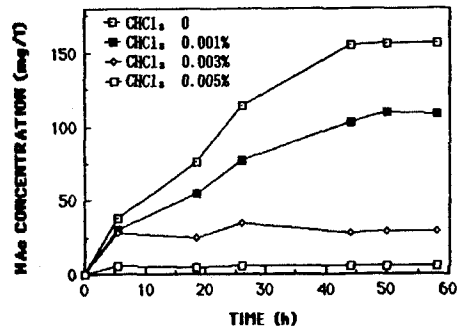


Fig. 3 Influence of CHCl₃ on acetate formation by homoacetogenes with CO₂+H₂ as substrate

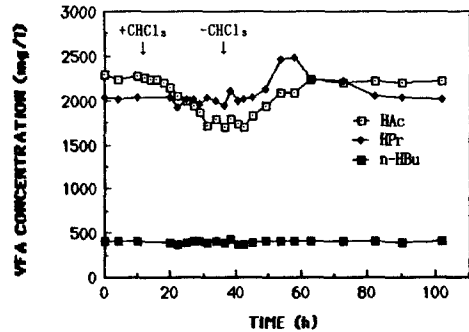


Fig. 4 Influence of CHCl₃ on acetate formation in chemostat reactor with starch as substrate

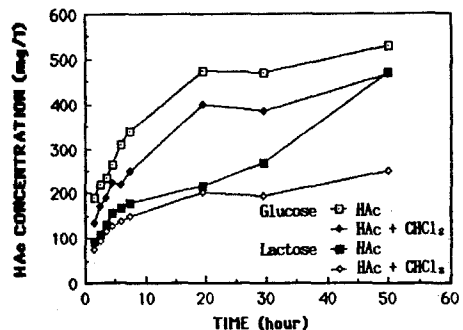


Fig. 5 Influence of CHCl₃ on acetate formation in batch reactor with Glucose and Lactose as substrates

参考文献

- (1) 張、浜崎、野池(1989) (土木学会) 東北支部技術研究発表会講演概要Ⅱ-78、p.212
- (2) 野池、李(1989) 下水の嫌気性処理に関する調査(昭和63年度) 第二編、2. 酸生成菌