

II-493

低濃度有機性廃水の嫌気性接触処理に関する基礎的研究

—基質濃度の影響—

日本大学大学院 学員 酒井 敦司

日本大学工学部 正員 中村 玄正 松本順一郎

1. 研究目的

嫌気性処理法は維持管理が容易で安定かつ省エネルギー的処理法として注目を浴びている。本研究は、下水の嫌気性接触処理法について、処理装置設計の基礎となる生物反応速度を中心とする基礎的知見を得ることを目的として、完全混合単一槽を用い、グルコースを基質とした基礎実験を行い、酵素反応速度論に基づいた検討を進めるものである。

2. 研究方法

実験装置の概略を図1に示す。反応槽は内径18cm、有効容量 5.0ℓの硬質塩化ビニール製円筒であり、これを6槽準備した。各槽の内壁面には、No. 40のサトペ[®]で粗さをつけた縦24cm、幅2cmの接触板（有効接触面積 39.4cm²）を23枚取り付け付けてある各槽には、槽内の混合・攪拌のための水流ポンプをそれぞれ設置している。実験装置の主要諸元を表1に示す。流入基質を表2に示す。嫌気性付着汚泥は、郡山市終末処理場の消化汚泥を約一年間実験培養したものを各槽内でさらに馴致し使用した。なお、解析はほぼ定常期と考えられた時期について、流入水と流出水のORP、pH、COD_{cr}、グルコースの分析（ソモギ法）、揮発性有機酸、発生ガスの分析等をもとに行った。

3. 実験結果と考察

図2に各槽のグルコース濃度に対する流入水と流出水のORPの値を示す。流入水はいずれにも各槽とも約+200mVである。各槽流出水では約-175～-240mVの値を示していることから、いずれの各槽も嫌気状態にあったものと考えられる。

図3に各槽のpHの平均値を示す。流入水においては、各槽とも約6.3とほぼ一定値が示されている。流出水ではグルコース濃度の高い槽ほどpH値が低くなる傾向が示されている。すなわち、グルコース濃度が66.7mg/ℓと低いF槽ではpH値は6.1であるのに対し、1000mg/ℓと最も高いA槽では約3.4となっている。

図4に各槽の揮発性有機酸の生成量及びその組成割合を示す。この図よりグルコース濃度の高い槽程、揮発性有機酸の生成量が多いことがわかり、図3のpH値と関連して考えると、グルコース濃度が高い槽ほど有機酸の生成量が多く、pH値が低下ものと考えられる。又、グルコース濃度が66.7mg/ℓ～400mg/ℓの槽においては酢酸の生成割合が最も高くなっており、グルコース濃度の66.7mg/ℓの槽においては酢酸の生成量に比べプロピオン酸、酪酸の生成量はごく僅かであるが、グルコース濃度が高くなるにつれてプロピオン酸、酪酸の生成が若干みられてきている。なお、グルコース濃度1000mg/ℓの槽においては、各揮発性有機酸の占める割合はほぼ等しくなっている。これはグルコース

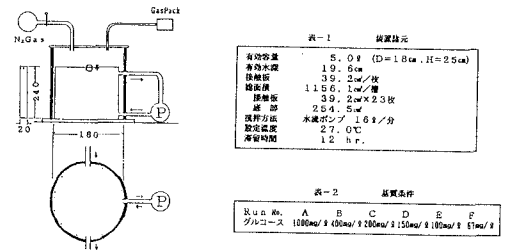


図-1 実験装置

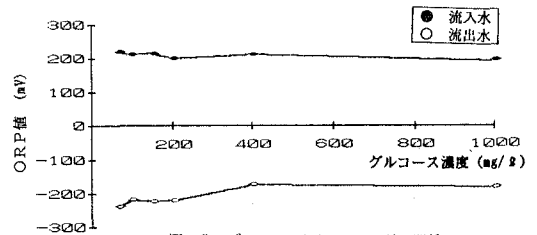


図-2 グルコース濃度とORP値の関係

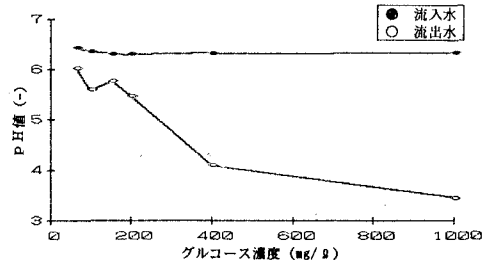


図-3 グルコース濃度とpH値の関係

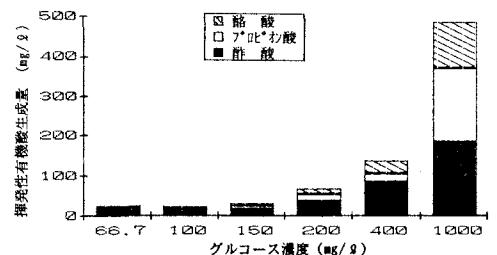


図-4 グルコース濃度と揮発性有機酸生成量の関係

濃度の低い槽においては、グルコース($C_6H_{12}O_6$)の分解によって生成した揮発性有機酸は、ほとんど全て分子量の小さい酢酸(CH_3COOH)、 H_2 、 CH_4 、 CO_2 などに分解されているが、グルコース濃度の高い槽になるにしたがってプロピオン酸(CH_3CH_2COOH)、酪酸($CH_3CH_2CH_2COOH$)の形でとどまり、酢酸まで分解がいたらないまま流出したことによるものと考えられる。

図5に各槽のグルコース濃度と一日当りのガス発生量の関係を示す。この図より150mg/ℓ程度までのグルコース濃度の低い槽においてガスの発生量が多く、400mg/ℓ、1000mg/ℓの槽においてはガスの発生量は少なくなっていた。

図6にpH値とガス発生量の関係を示す。縦軸は各槽の一日当りのガス発生量を一日当りのグルコース投入量で除したものの示し、横軸にpHの値を示した。この図より、pH値5.9のあたりを境にガスの発生量も少なくなっていることがわかる。このことよりグルコース濃度の高い槽においては低pH値の阻害を受けているため、ガスの発生量も少なくなっているものと考えられる。

図7にCOD除去速度とグルコース濃度の関係について示す。又、図8にCOD除去速度とグルコース濃度のLineweaver Burkプロットを示す。これは実測値の平均値をLineweaver Burkプロットし、COD除去速度のMonod型反応速度式を最小自乗法により求めたものを示した。COD除去速度はMonod型反応速度式で示すと、

$$-\frac{ds}{dt} = \frac{V_m \times S}{K_s + S} = \frac{0.807 \times S}{0.650 + S} \quad \text{となり、}$$

これよりCOD最大除去速度 $V_m = 0.807 \text{ gCOD/gVS} \cdot \text{day}$ 、 $K_s = 0.650 \text{ g/ℓ}$ が得られた。

図9に各槽のグルコース濃度とCOD収支率の関係を示す。この図よりグルコース濃度66.7mg/ℓ～150mg/ℓの槽においては約70%、グルコース濃度1000mg/ℓと最も高濃度の槽においては約30%の除去率となっており、グルコース濃度が高くなるに従ってCODの除去率は低くなる傾向が見られる。次に分析された揮発性有機酸のCOD換算値の占める割合を流出COD率と比較すると、ほぼ等しくなっており同じ傾向にあることがわかる。図3のpHの図と関連してみるとpH値が低くなるにつれてCOD除去率も低くなっていることがわかる。これは揮発性有機酸の生成に伴いpH値が低下しガス化に阻害が起りガス化によるCODの除去がなされなかったことによるものと考えられる。

4. 結論

- (1) pH値は揮発性有機酸の生成量の多いグルコース濃度の高い槽ほど低くなり、グルコース濃度1000mg/ℓの槽で約pH値3.3であった。
- (2) ガス分析に関してはグルコース濃度の高い槽に於いてはpHの低下が見られガス発生量も少なく、約pH値5.9以下においてはガス化に阻害が有るものと考えられた。
- (3) COD最大除去速度 $V_m = 0.807 \text{ gCOD/gVS} \cdot \text{day}$ 、 $K_s = 0.650 \text{ g/ℓ}$ が得られた。

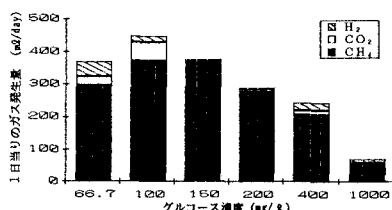


図-5 グルコース濃度と一日当りのガス発生量の関係

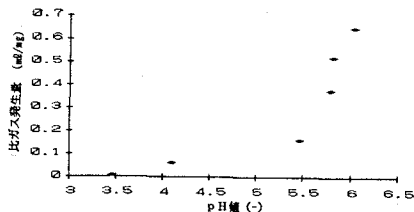


図-6 pH値と比ガス発生量の関係

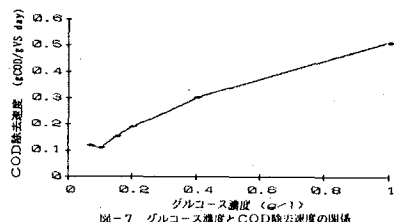


図-7 グルコース濃度とCOD除去速度の関係

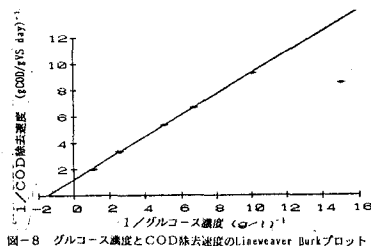


図-8 グルコース濃度とCOD除去速度のLineweaver Burkプロット

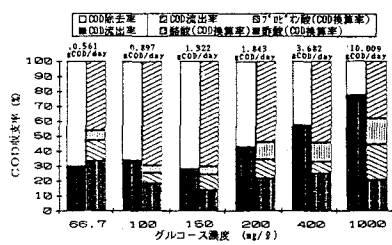


図-9 グルコース濃度とCOD収支率の関係