

II - 106

嫌気性酸生成相における水素ガス生成および COD収支に及ぼす pH の影響

日本大学大学院 学生員 〇 小木曾 直行

日本大学工学部 正 員 中村 玄正

日本大学工学部 正 員 松本 順一郎

1. はじめに

下水やし尿を処理する際に発生する汚泥は高濃度の有機分を含有しており、これが嫌気性処理される過程では様々な有用物質（水素、メタン、エタノール、酢酸等）を生成する。この有用物質を効率良く回収するプロセスを創造することは、汚泥処理系内に新たな付加価値を与えるという意味で十分意義深いと思われる。本研究は酸生成相において生成する水素ガスに着目し、エネルギー資源として回収することを目的とする研究の一環である。本報告では水素ガス生成に対する pH の影響を明らかにすることを目的としている。実験は基質としてグルコースを用い、嫌気性ケモスタット型反応槽を6槽設置して pH 値を6段階に変化させ同時比較実験を行った。

2. 実験装置及び方法

実験装置の概略を図-1に示す。反応槽は容量2.3ℓ、液相部容量1.0ℓの嫌気性ケモスタット型反応槽である。これを6槽並列に設置し、反応槽内温度を $30 \pm 1^\circ\text{C}$ に、滞留時間を4hrに設定した。流入基質はグルコースを主炭素源としものであり、グルコース濃度は $11700\text{mg}/\ell$ である。これに栄養塩類を加え水道水に溶かし作成した。目標設定 pH 値は2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5である。pH調整は pH2.5を塩酸で、pH3.5、4.5、5.5を水酸化ナトリウムで、pH6.5、7.5を炭酸水素ナトリウムで行った。結果として定常期における pH 値は、2.5、3.4、4.2、4.7、6.0、6.4となった。実験に供した

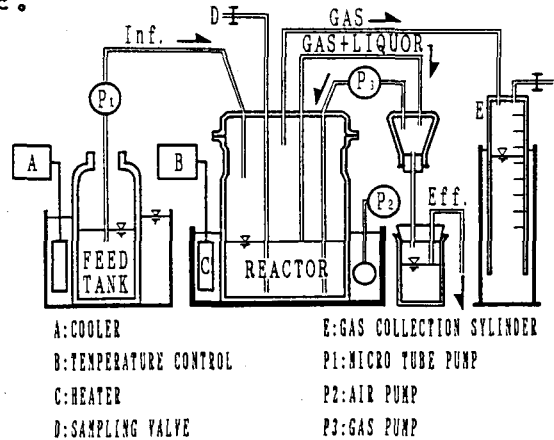


図-1 実験装置の概略図

汚泥は、郡山市の終末処理場の消化汚泥を一年間グルコースで培養したものを用いた。各 pH に馴致させるため pH の設定に当たっては15～30日かけて徐々に変化させて行い、その後定常実験に入った。

3. 実験結果と考察

図-2に pH 値とグルコース消費速度の関係を示す。本実験の流入グルコース負荷は $70.2\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ である。最大グルコース消費速度は、pH4.2における $47.2\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ であった。pH3.4以下ではグルコース消費速度は小さかった。Zoetemeyerら¹⁾は流入グルコース濃度 $10000\text{mg}/\ell$ 、滞留時間3hr、pH6.0で最大グルコース消費速度 $78.8\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ を得ており、Zoetemeyerらの値より本実験の最大グルコース消費速度は低かった。

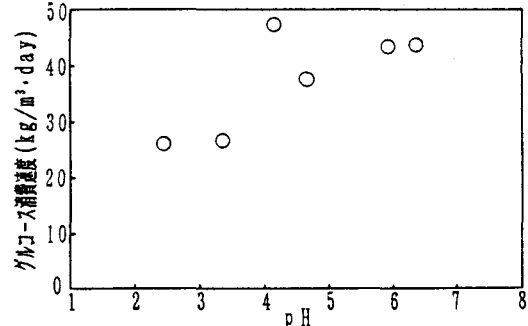


図-2 pH 値とグルコース消費速度の関係

図-3に pH 値と H_2 、 CH_4 生成速度の関係を示す。pH6.0付近で H_2 生成速度は最大値 $1682\text{ml}/\ell \cdot \text{day}$ を示した。pH2.5～pH4.7ではガス全体の生成量が少なく H_2 生成速度は小さかった。pHが4.7より高い槽では H_2 が CH_4 に変換されており、その量は pH が7.0に近付くほど多くなる。しかし H_2 生成速度と比較して CH_4 生成速

度は小さいのでCH₄生成がH₂生成にあまり影響を及ぼしていないことが分かる。また、ガス組成分析の結果からメタン生成細菌はpH4.2以下では存在していないと考えられた。

表-1にCOD収率を示す。本研究では流入CODを100%とし、流出を未分解のグルコース、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、乳酸、エタノール、Others（その他の溶解性有機物）、VSS、およびガスをH₂、CH₄に分けてCOD物質収支を算出した。その結果、流出CODの回収率は86～93%の範囲にある。pHが低くなるほど分解されずに流出するグルコースの割合が高くなった。各反応槽のグルコース分解率は、pHが低い槽から順に43,44,78,62,72,72%であった。各槽とも揮発性有機酸のCOD割合は酢酸が最も

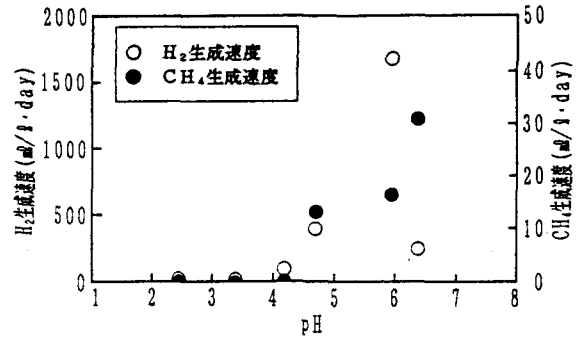


図-3 pH値とH₂、CH₄生成速度の関係

表-1 COD収率

pH (-)	COD influent (%)	COD effluent (%)								Gas (%)		VSS (%)	Recovery (%)
		Glucose effluent	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid	Valeric acid	Lactic acid	Ethanol	Others	H ₂	CH ₄		
2.5	100.0	52.8	14.1	1.3	3.7	0.8	0.2	19.9	-	0.00	0.00	0.5	93.3
3.4	100.0	51.9	12.8	1.1	3.9	0.6	0.1	17.2	4.9	0.00	0.00	0.9	93.4
4.2	100.0	20.2	20.8	1.0	3.4	0.6	0.1	24.4	14.4	0.00	0.00	1.2	86.1
4.7	100.0	35.0	18.7	1.1	4.8	0.8	0.2	16.0	11.8	0.03	0.00	2.9	91.3
6.0	100.0	26.0	4.7	0.8	3.6	0.5	0.9	13.1	37.7	0.05	0.00	2.1	89.5
6.4	100.0	25.7	4.2	0.6	1.9	0.5	0.9	15.9	34.1	0.01	0.00	2.2	86.0

高く、次いで酪酸、プロピオン酸、吉草酸の順であった。それぞれの揮発性有機酸のCOD割合ともpH4.2～4.7で高く、pH6.0～6.4で低い値を示した。溶解性CODのうち分析対象外のをOthersとしたが、OthersはpH6.0～6.4で多くなった。pH2.5～pH3.4では揮発性有機酸の割合は高いが、ガス生成量が少ないことから、ガスへの変換が少ないことが分かった。また本実験では滞留時間が短いためエタノールの割合が高かった。VSSの割合はpH4.7～6.4で高くpH2.5～4.2より生物汚泥化への転換が大きかった。そのため活性菌体の量が多くH₂の割合が高くなったと考えられる。また遠藤²⁾は流入グルコース濃度11700 mg/ℓ、滞留時間1日で実験を行い、pH5.15～6.39では基質消費速度、各揮発性有機酸濃度、VSS濃度とも変化が少なく、ほぼ同様の値を示したことを報告している。本実験においても同様の結果が得られた。

図-4にpH値と各嫌気性細菌の関係を示す。一般嫌気性細菌、酸生成細菌のコロニー形成数はpHによる影響はあまり見られない。Clostridium属はpHが低くなるにつれて若干減少する傾向がある。硫酸塩還元細菌はpHが低くなるにつれて減少する。硫酸塩還元細菌の報告されている増殖pH範囲は5.3～9.0であり、本実験ではpH4.7より低い槽では硫酸塩還元細菌は10⁴CFU/ml以下となった。

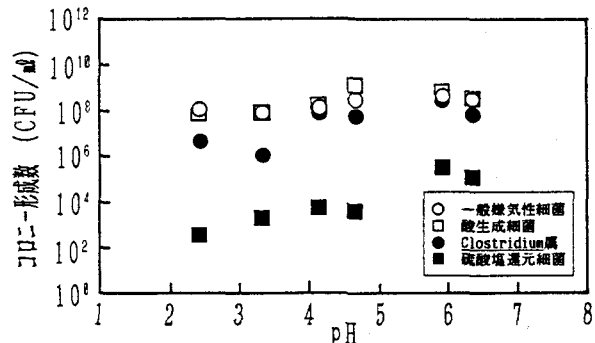


図-4 pH値と各嫌気性細菌の関係

4. まとめ

- (1) H₂生成速度はpH6.0で最大値1682ml/ℓ・dayを示した。
- (2) 生物汚泥化への転換はpH4.7～6.4で高く、そのためH₂の割合が高くなった。

参考文献 1)R.J.Zoetemeyer et al Water Res.Vol.16 pp.303 to 311 (1982)

2)遠藤銀朗 「嫌気性消化の酸生成相に関する研究」 東北大学博士論文 (1980)