

II-76 熱処理した余剰汚泥の嫌気性消化に及ぼす滞留時間の影響

東北大学 学 O安達武志
正 李 玉友
正 野池達也

1. はじめに

余剰活性汚泥の嫌気性消化において加水分解反応は律速段階であることが明らかにされており¹⁾、汚泥の加水分解・可溶化反応を促進する方法として熱処理は有効であることが報告されている³⁾。また、メタン発酵の効率化のための最適前熱処理温度は175℃前後であることが知られている。しかし、いままで、熱処理汚泥の嫌気性消化における滞留時間の影響に関する研究が少ない。また、嫌気性消化における物質分解の挙動と嫌気性細菌の分布を関連して同時に把握した研究はほとんど行われていない。そこで、本研究は熱処理汚泥のメタン発酵の効率化を目指す研究の一環として、有機物の分解、メタンガスの収率およびメタン菌の菌数に及ぼす滞留時間の影響について実験し、考察を加えた。

2. 実験装置および方法

2.1 消化槽および基質 本研究に用いた消化槽は図1に示したように、発生した消化ガスを循環させることによって反応槽内を攪拌し、連続的基質の投入と引き抜きを行う嫌気性ケモスタット反応槽であり、有効容積2.0～3.6Lの反応槽を4基用意し滞留時間（SRT）をそれぞれ1.5日、3.0日、5.0日および10.0日と設定して35℃で実験を行った。基質は175℃で30分間熱処理した余剰活性汚泥（COD_{cr}濃度15930mg/l）を用いた。

2.2 実験方法 種汚泥は下水汚泥消化槽より採取した消化汚泥に熱処理した余剰汚泥を投入して35℃で2カ月間馴養したものをを用いた。各実験条件に対して定常状態における3回以上の水質分析のデータを平均してそれぞれの代表値とした。

2.3 メタン菌の計数 定常状態におけるメタン菌の計数は5本シリーズのMPN法を用いた。嫌気性操作法はHungateのガス噴射法を用い、噴射ガスは350℃で還元銅カラムによって還元されたCO₂ガスを用いた。培地は表1に示した基礎培地にそれぞれの炭素源を加えて作成した。基質別メタン菌を測定する培地はそれぞれ酢酸3.0g、ギ酸3.0g、メタノール3.0ml、H₂(80%)+CO₂(20%)2 atmを含み、また、トータルメタン菌の培地に上述の4種類基質を含んでいる。メタン菌の生育はメタンの生成をチェックすることによって判定した。

3. 結果および考察

3.1 有機物の分解率 CODの除去率およびVSS、タンパク質、炭水化物、脂質の分解率は図2に示した。これによれば、いずれの条件において高いCOD除去率が示され、特にSRT5.0日の条件ではCODの除去率は59%であった。また、汚泥の主成分であるタンパク質、炭水化物および脂質

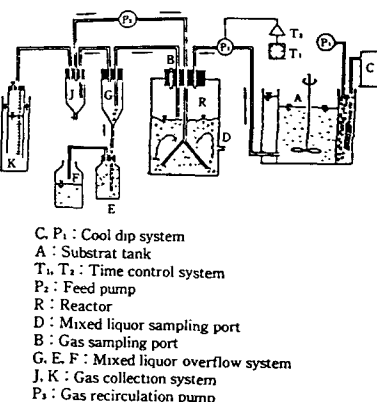


図1 消化槽実験装置の概要

表1 メタン菌計数培地の組成（1L当り）

項 目	トータル	基質別
酢酸ナトリウム	3.0g	一 種 だ け
ギ酸ナトリウム	3.0g	
メタノール	3.0ml	
H ₂ (80%)+CO ₂ (20%)	2 atm ^{a)}	
KH ₂ PO ₄	0.4g	0.4g
K ₂ HPO ₄	0.4g	0.4g
NH ₄ Cl	1.0g	1.0g
MgCl ₂	0.1g	0.1g
微量元素溶液 ^{a)}	10ml	10ml
ビタミン溶液 ^{a)}	10ml	10ml
酵母エキス	2.0g	2.0g
消化槽上澄液	150ml	100ml
NaHCO ₃	6.0g	6.0g
システイン・HCl・H ₂ O	0.5g	0.5g
β-a S ₂ ・9H ₂ O	0.5g	0.5g
レザズリン	0.002g	0.002g
pH	7.0~7.2	7.0~7.2

a) 参考文献2を参照

も50%以上の分解率を示している。これらの結果は通常活性汚泥消化での30%程度の分解率より大幅に向上している。

3.2 COD物質収支 図3には物質収支と滞留時間の関係を示す。流入基質の中には固形物44.5%、溶解性有機物55.5%（内訳：SVS 30.0%+VFA 12.0%+その他13.1%）が含まれる。流出には物質の流れは大きく分けてメタンガス、固形物および溶解性物質（SVS+VFA+その他）の三つの部分に分類できる。全体的にみれば、滞留時間の増大に伴ってメタンガスは増加していく傾向が見られる。滞留時間5日の場合、残存VSSは3割に留まり、高い固形物分解率を示し、また回収したメタンガスは4割以上にのぼる。溶解性有機物としてはSVSが大部分を占め、その主成分がタンパク質である。また、各反応槽においてVFAの蓄積が少なく、生成した有機酸は速やかにメタンまで分解されたことが分る。

3.3 メタン菌の菌数分布と基質代謝特性 表2は異なる滞留時間の反応槽におけるメタン菌の計数結果を示す。トータルメタン菌の濃度は $1.9 \times 10^7 \sim 2.3 \times 10^8$ MPN/mlであり、1.5 日の短い滞留時間において濃度がやや低いものの、 10^7 MPN/ml以上に達している。滞留時間5日の条件でメタン菌の濃度は最も高く維持されている。基質別メタン菌の生菌数は H_2 資化性のものは $3.1 \times 10^6 \sim 2.8 \times 10^7$ MPN/ml，酢酸資化性のものは $9.0 \times 10^6 \sim 1.1 \times 10^7$ MPN/ml，メタノール資化性のものは $3.3 \times 10^6 \sim 1.3 \times 10^7$ MPN/mlおよびギ酸資化性のものは $3.3 \times 10^5 \sim 2.3 \times 10^7$ MPN/mlであった。その分布特性としては滞留時間が短い場合に水素と酢酸資化性のものは優占菌種であるのに対して、滞留時間が長い場合にはギ酸と酢酸資化性メタン菌は優占菌種になる傾向が見られる。

4. まとめ

- (1) 175℃で30分間熱処理した余剰活性汚泥に対して、メタン発酵の滞留時間を5日までに短縮しても、COD除去率59%、メタンガスの収率42.5%、固形物残存率30%という高い処理効率が得られる。
- (2) トータルメタン菌の生菌数は $1.9 \times 10^7 \sim 2.8 \times 10^8$ MPN/mlと検出され、滞留時間5日の条件において最も多い。また、その基質資化性は滞留時間によって変化する傾向が見られる。

参考文献：1）李，野池(1987)，水質汚濁研究，Vol.10,No.12，P729～740。

2）李，野池(1988)，土木学会東北支部研究発表会講演集，P240～241。

3）李，野池(1988)，第25回下水道研究発表会講演集，11～16，P478～480。

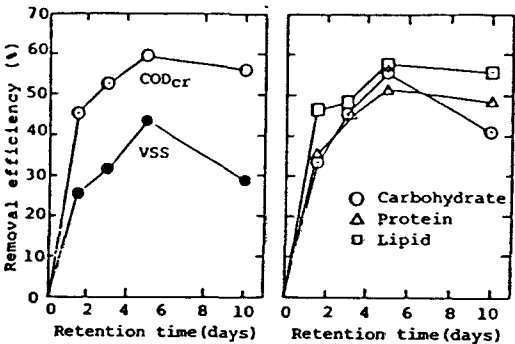


図2 有機物分解率と滞留時間の関係

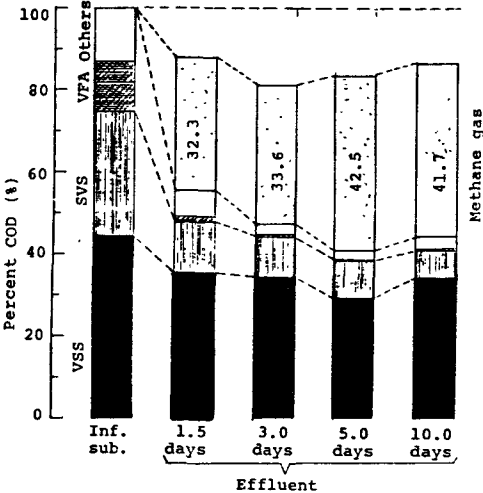


図3 COD物質収支に及ぼす滞留時間の影響

表2 メタン菌の菌数分布と基質代謝特性に及ぼす滞留時間の影響

滞留時間 (日)	1.5	3.0	5.0	10.0
メタン菌の分類 総数	1.9×10^7	9.4×10^7	2.3×10^8	7.9×10^7
H_2 資化性 ^{a)}	1.7×10^7	2.8×10^7	1.6×10^7	3.1×10^6
酢酸資化性 ^{a)}	9.4×10^6	1.1×10^7	8.2×10^6	9.0×10^6
メタノール資化性	7.9×10^6	2.3×10^6	1.3×10^7	4.9×10^6
ギ酸資化性	3.3×10^6	3.3×10^5	2.3×10^7	2.3×10^7

a) 二回測定の平均値