

II-493

熱変性メタン発酵プロセスの特性に関する研究

京都大学大学院 学生員 ○ 岡島重伸
 京都大学工学部 正会員 平岡正勝
 京都大学工学部 正会員 武田信生

1. はじめに

熱変性メタン発酵プロセスは熱処理という方法によって粒子状有機物の可溶化現象を積極的に利用する点に特徴がある。この熱処理を施すことによって、消化段階において有機物分解率が向上し、ガス生成量が増加することが知られている。本実験では滞留時間を変えた連続消化実験を行い、有機物分解率、ガス生成量および揮発性脂肪酸を中心に熱変性メタン発酵プロセスの消化段階での特性を定性的に考察したので、これを報告する。

2. 実験方法

汚泥の熱処理は低、中、高温域からそれぞれ60、120、160℃を選び、熱処理時間は30分間とした。これは従来の研究結果から180℃以上の熱処理汚泥では消化への障害がみられ消化効率が低下すること、ならびに、30分間以上の熱処理を施しても汚泥の性状にあまり改善を与えないことを考慮して決めた。これらに対照の生汚泥を加えた4系列で行った。熱処理はオートクレープ（容量6l、最高使用圧力200kg/cm²、加熱は電気炉のバッチ式機械攪拌器付き）を用い、嫌気性下で行った。消化槽は3000mlのナス型フラスコ、恒温槽の温度は37℃、攪拌方法は消化ガスの循環を利用したガス攪拌で1日23回15分間ずつ、汚泥の投入方法は分析に便利な半連続方式で1日1～4回、100、200mlのシリンジで瞬間的に引き抜き投入した。最初、各温度系列ごとに種汚泥1500ml、汚泥500mlで開始した。安定化のための期間としては滞留時間の約3倍を目安にし、定常状態にはいったと思われる後、2～7回採取、分析し、その平均値を採った。

3. 実験結果

実験結果はFig. 1～3に示した。下水処理場より採取した余剰濃縮汚泥（TS41.3～44.3g/l, VTS30.3～32.0g/l）にばらつきがあり、また、消化槽内と実験室内の温度差やガス攪拌のためか、水がトラップ中に多量にたまったり、捕集ガス中に蒸発したりしてフラスコ内の汚泥量に変化したものがあったが、それらは各実験開始時と終了時での汚泥量の平均を使い、実験結果は有機物負荷を横軸にして整理した。

(1) 有機物分解率

生汚泥の系列では有機物負荷が1(gVTS/l/day)以下（ほぼ滞留時間30日間以上に相当）では有機物分解率は38%だが、それ以上の負荷になると分解率は15%から10%に漸次、減少した。60℃の熱処理系列では負荷が1(gVTS/l/day)以下では分解率が30%ほどあるが、それ以上の負荷では分解率が20%と一定し、負荷が1.5(gVTS/l/day)を越えると分解率は10%以下になった。120℃の熱処理系列は負荷の増加とともに分解率は40%から、ばらつきはあるものの15%まで減少した。160℃の熱処理系列は120℃の熱処理系列と同じ傾向を示したが、分解率が全体に数%高く、ばらつきも小さい。

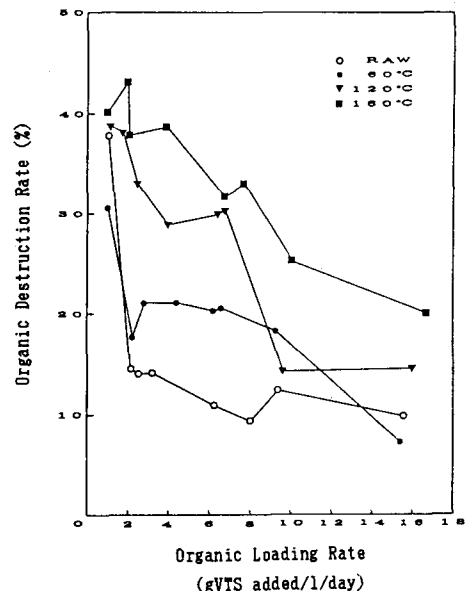


Fig. 1 各熱処理温度における有機物負荷と有機物分解率の関係

生汚泥、60℃の熱処理系列では負荷が1 (gVTS/1/day) を越えると分解率が20%以下であり、負荷と分解率の両方を上げるには高温域の熱変性メタン発酵プロセスが有効と思われる。

（2）投入有機物あたりのガス生成量

生汚泥、60℃の熱処理系列と120、160℃の熱処理系列で傾向が分かれた。生汚泥の系列は、60℃の熱処理系列よりもガス生成量で50 (ml/gVTS) ほど大きい。負荷の増加に対してはほぼ同じ傾向を示した。120、160℃の熱処理系列は有機物負荷が2～3 (gVTS/1/day) のときに分解有機物あたりのガス生成量が極大値を持ち、ガス生成量も大きい。負荷の増加に対しては、生汚泥、60℃の熱処理系列よりも大きく減少した。

ガス組成については、生汚泥、60℃の熱処理系列では高負荷でもメタンは6割を占めたが、120℃の熱処理系列では3割にまで、160℃の熱処理系列では2割にまで減少した。しかし、この過負荷の状態でもガスクロマトグラフィーで水素は検出できず、クロマトグラムは窒素の位置のピークが増加した。

（3）揮発性脂肪酸

生汚泥の系列では有機物負荷が高負荷でも揮発性脂肪酸は2 g/l 以下で、60℃の熱処理系列では負荷に対する傾向が明瞭では無いが、それでも3 g/l 以上の蓄積はみられなかった。これらに対して、120、160℃の熱処理系列では負荷が4 (gVTS/1/day) までは揮発性脂肪酸の蓄積はみられないが、それ以上の負荷になると蓄積が起り始め、負荷が10 (gVTS/1/day) 以上では高濃度（6～8 g/l）に蓄積した。この高濃度の蓄積にいたるまでの各揮発性脂肪酸の濃度とpHから嫌気性消化プロセスの阻害因子の一つとされる遊離脂肪酸の濃度を酢酸濃度として求めると、高負荷の方からその値は120℃の熱処理系列では100、95、6.4、7.4 mg/l、また、160℃の熱処理系列では140、58、13、6.6 mg/l であった。この中にはプロセスの機能障害が発生するかどうかの判定条件である12 mg/l¹⁾ を大きく上回るものがあり、負荷が6 (gVTS/1/day) 以上になると中、高温域の熱変性メタン発酵プロセスでは失敗する危険性がでてくる。

4. 結論

熱処理による効果として、特に消化段階での有機物分解率の向上が著しいが、負荷の増加に対しては揮発性脂肪酸の蓄積が起り易い。

【参考文献】

1) 張祖恩、野池達也、松本順一郎：嫌気性消化のメタン生成相に及ぼすpHの影響、土木学会論文報告集、第333号、pp.105-106 (1983)

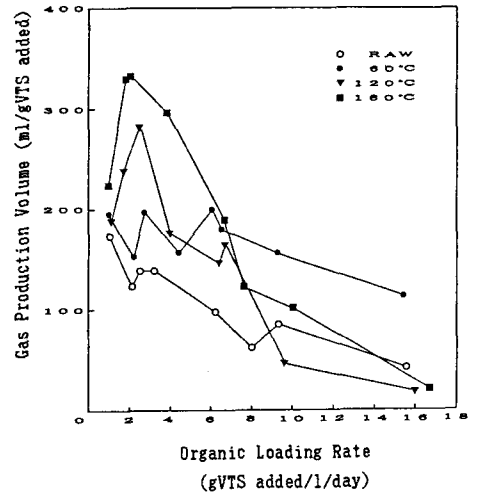


Fig. 2 各熱処理温度における有機物負荷と投入有機物あたりのガス生成量の関係

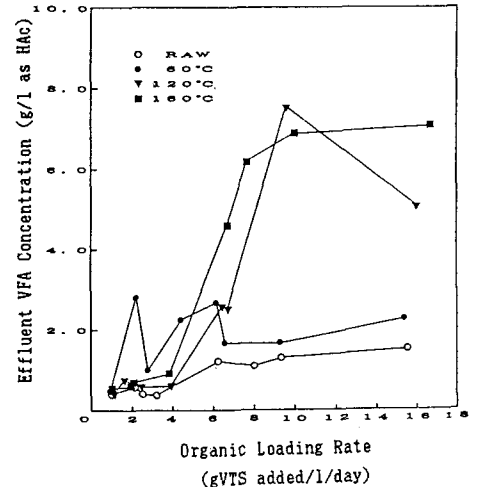


Fig. 3 各熱処理温度における有機物負荷と揮発性脂肪酸の関係