

群馬大学工学部 正会員 黒田正和、榊原 豊、宮崎 茂

1. まえがき 筆者らは先に畜産廃棄物、下水汚泥の嫌気性消化について速度論的見地より検討を行い、発生ガス量、汚泥の分解率に対する加熱効果について報告した。本研究では消化ガス発電を行うことを想定して、嫌気性消化の熱収支に対する加熱前処理及び消化槽保温効果について検討を行った。なお実験装置及び方法は前報と同様である。

2. 加熱処理

嫌気性消化の前処理として汚泥の加熱（主として60～180℃）効果についてはいくつかの報告が見られ、高温加熱ほど発生ガス量が多いと報告されている。筆者らの汚泥の可溶化（易分解物への転化）に対する加熱効果の検討では、70℃前後、1時間程度の加熱で汚泥遠心分離上澄液中のTOC、TN、揮発性酸生成は増加し、可溶化が促進される効果を得た。ここでは加熱温度、加熱時間を変えた場合の汚泥遠心分離上澄液の性状及び汚泥を消化させた場合の消化液の性状をゲルクロマトグラフィー（セファディックスG-15使用）により検討した。

実験結果 Fig.1は生汚泥（実線）及び70℃1時間加熱処理した汚泥（鎖線）の遠心分離上澄液のゲルクロマトグラムである。図に示したように4つの画群に分けられ、第I画群は分子量（MW）>1500、第II画群は1500>MW>100、第III画群は揮発性脂肪酸などの低分子量物質、第IV画群は含窒素化合物及び第III画群よりさらに低分子量物質が溶出していると思われる。加熱処理により低分子量物質が生成され、消化により有機物は減少し、IC、TNが増加していることがわかる。Fig.2は加熱処理汚泥について各画群のTOC、紫外吸光度（E=280nm）の加熱温度による変化を示したものである。TOCは70～80℃までは加熱温度の上昇につれて画群I、IIともゆるやかに増加するが、高温では画群Iでは急激に増加し画群IIではほぼ一定となっている。なお画群III、IVではTOCは60～80℃でピークとなっている。吸光度は画群IVでは60～80℃でピークとなり、100℃では急激に減少している。画群IVは蛋白質、アミノ酸等の物質が溶出していると思われるから、吸光度の減少は高温では蛋白質が熱変成を受け、可溶化が阻害されたことによると思われる。Fig.3は加熱温度70°及び86℃について、加熱時間による上澄液中のTOCの変化を示す。

揮発性酸以外のTOCは1～2時間の加熱でピークとなり、時間の経過につれて減少している。揮発性酸は70℃では揮発性酸以外のTOCの減少につれて増加するが、86℃では揮発性酸の生成は少ない。Fig.4にいろいろな温度で1時間加熱処理した汚泥を回分式でガス発生がなくなるまで消化させた場合の汚泥VS（or TS）中の有機物の分解率R（＝減収VS/初期VS）を示す。Rは略70℃でピークとなり無処理汚泥のRに比べ15%程度増加している。（ガス量では略30%増になる。）

3. 消化槽保温効果

消化槽は単槽ヒレ、プロセス、操作条件等は①消化槽は37℃ ②焚込み燃料には重油を用いる。（ボイラー効率

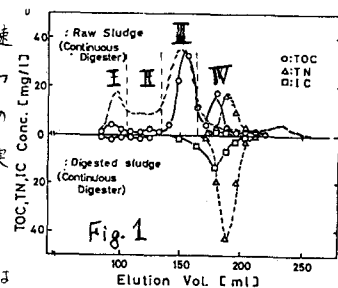
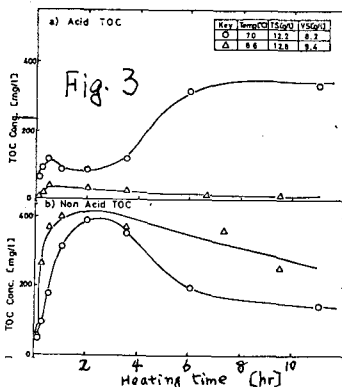
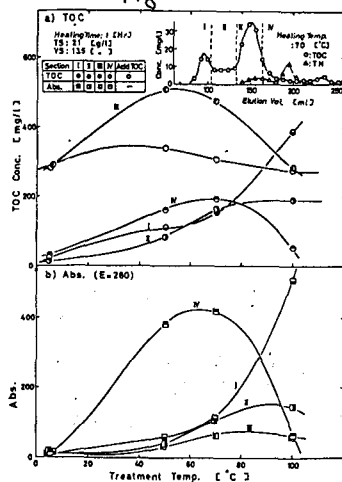


Fig. 2



70%) ③消化ガスはすべてガス発電に用いる。④廃熱及び発電機の冷却水等は熱変換して消化槽の加熱に用いるとする。消化槽加熱方法及び汚泥の加熱前処理の有無によりFig.5に示すような2つのシステムを比較した。消化槽流入汚泥は100m³/day(汚泥濃度5wt%)を基礎とし、消化日数30日では必要槽容積3000m³(直径20m, 高さ13m)とした。Fig.6に消化槽放熱量の計算に使用した数値を示す。汚泥消化に必要な熱量Qは(流入汚泥も消化槽温度まで加熱する熱量+消化槽からの放熱熱量+所要前処理温度までの加熱熱量)とし、汚泥消化プロセスの熱収支を次式のように表わした。

$$Q = (\text{ガス発電廃熱からの回収熱量}) + (\text{系外からの供給熱量(重油焚込熱量)}) \quad (1)$$

Fig.7は、供給汚泥濃度5wt%, 流入汚泥温度0°C, 外気温-5°Cとして、汚泥1m³当りの消化に必要な熱量Q kcalと消化槽表面に施す保温材厚さdとの関係を汚泥の消化槽平均滞留時間 $\bar{\theta}$ をパラメータとして示したものでd=50mm程度で省エネルギー効果は顕著であり、 $\bar{\theta}$ を小さくする(消化速度を上げ、消化槽必要容積を小さくすることにより、一層の省エネルギー化が期待できることがわかる。Fig.8は消化処理において重油焚込が必要となる外気温 t_a と $\bar{\theta}$ との関係を消化槽流入汚泥濃度、保温材厚さdをパラメータとして示したもので、図中実線と鎖線はそれぞれFig.5のSystem 1でd=0とd=50mmの場合、一点鎖線はSystem 2でd=50mmの場合である。供給汚泥濃度が高い場合、保温材、加熱処理の効果は大きく $t_a=6\sim 8^\circ\text{C}$ まで重油等の焚込は不要であることがわかる。

4. まとめ

①下水汚泥の可溶化処理として中性苛性薬で70°C、1時間程度の加熱で有機物分解率は略15%増加した。②消化槽を保温することにより嫌気性消化の必要熱量は軽減でき、加熱前処理をあわせ行うことにより、一層の省エネルギー化ができる。

- 1). 黒田・柳原：畜産廃棄物の2段階嫌気性処理 土木学会第35回年次学術講演会(1980)
- 2). 黒田・柳原：速達論的見地からのガス発酵過程における酸分解経路及び転化率 土木学会第36回年次学術講演会(1981)
- 3). 黒田・柳原：畜産廃棄物の嫌気性消化処理(生活泥からの酸生成率及び酸生成速度の検討)(1981)
- 4). 黒田・宮崎・柳原：下水汚泥の嫌気性処理 昭和55年度研究発表会講演集(中部支部 1982)
- 5). 佐藤・館山：熱処理汚泥の消化ガス 嫌気性消化の前処理の研究 第18回衛生工学研究討論会(1982)
- 6). 佐藤・館山：熱処理汚泥の嫌気性消化に関する検討 第18回衛生工学研究討論会(1982)
- 7). 山内：下水系処理汚泥の嫌気性消化の前処理の研究 第18回衛生工学研究討論会(1982)
- 8). Haug, R.T. et al.: J. WPCF 50, No. 7 (1978)

