

群馬大学工学部 正会員 黒田 正和、○榊原 豊、黒沢 良

まえがき 近年、下廃水処理施設で発生する汚泥の処理処分問題が深刻化しつつある中で、余剰汚泥の発生が好気処理に比べて少なく、操作コストも軽減でき、かつメタンガスが回収できる嫌気性膜法、嫌気性充填塔法^{1),2)}、及び Expanded Bed 法³⁾等が研究され始めている。これらの各種方法は、従来の汚泥処理から原廃水の一次的な処理を目的として、各種の支持体によって菌体の wash out を防止することにより槽内の菌体濃度を高め、処理効率の上昇をめざすものである。しかしながらこれまでの研究は、単糖類^{2),3),5)}、二糖類¹⁾、揮発酸等の低分子物質を主成分とした合成基質を試料とした研究が多く、実廃水による研究は少ない。また廃水中の有機物濃度は 1000~15000 ppm の高濃度を対象とした研究が大部分である。都市下水と同程度の低有機物濃度による研究として、筆者らによるグルコースを用いた実験²⁾、Jewell らによる下水を用いた実験がある。本研究は供試原液として下水汚泥の熱処理プラント排出液を用い、低濃度廃液に対する嫌気性膜法の処理能力について検討を行ったものである。

実験装置及び方法 Fig.1 に実験装置の概略を示す。

装置は回転円板型発酵槽であり、約 1.5 年間グルコースを単一基質としてグルコース及び揮発酸分解速度について検討したものである。発酵槽は 10 個のコンパートメントからなり、槽全容積（液相部）は 10 L、各槽当り 10 枚のアスベスト板（直径 10 cm でステンレス製金鋼で両側から支持）を浸漬させてある。固着性嫌気性菌はアスベスト板表面および槽内に浮遊しているアス

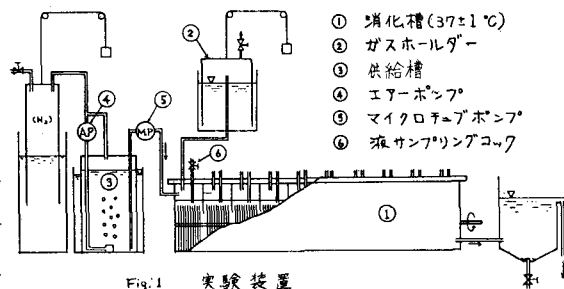


Fig.1 実験装置

ベスト破片に微生物膜または微生物塊を形成している。操作温度は 37±1℃ であり、供試液の発酵を抑制するため供給槽の温度は 5±1℃ とした。実験は、槽滞留時間 $\theta_T = 5 \sim 0.5$ 日（各コンパートメント当りでは $\theta_t = 12 \sim 1.2$ 日）、供試液 TOC $C_f = 100 \sim 900$ ppm で操作し、各コンパートメントからのガス発生量、ガス組成及び槽内 TOC を測定することにより嫌気性膜法の処理能力について検討を行った。

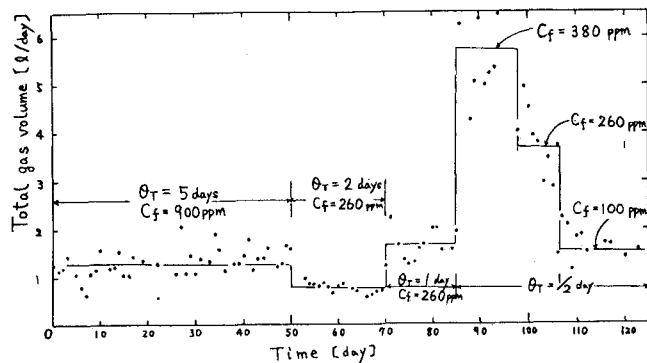
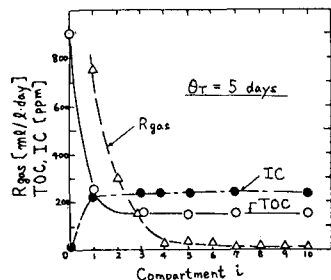


Fig.2 ガス発生量の経日変化

供試廃液 K 市衛生センター熱処理プラ

ント排出液のシクナー上澄液を用いた。原液 TOC は 900~1200 ppm、SS は 300 ppm 程度である。供試液は、水道水で所定の濃度に希釈し用いた。

実験結果及び考察 Fig.2 は、Start up 及び各操作条件における全ガス発生量の経日変化を示したものである。各操作条件はあえてステップ状に変化させ、発酵槽の応答性を試した。図からわかるように Start up 時においてほぼ一定量のガス発生がみられ、供試廃液中の有機物はすみやかに分解されていることがわかる。また操作条件をかえた場合、それに応じたガス発生があり、負荷変動に対して優れた処理効率を期待出来ると考えられる。さらに $C_f = 100$ ppm 操作においても順調なガス発生があり、低濃度廃液に対しても処理が可能

Fig.3 $\theta_T = 5$ days における処理特性

である。

Fig. 3は、 $\Theta_T = 5$ 日、 $C_f = 900$ ppm操作における槽内TOC、IC及びガス発生速度 R_{gas} を各コンパートメントに対して示した図である。図からわかるように供試原液中の有機物の大半は、第1槽目ではほぼ分解されており、3槽目以後ではほとんど有機物の減少がみられない。また有機物分解によって生成される CO_2 が処理液に溶存するため、ICが第1槽で240 ppm程度まで増加している。ガス発生量は第1槽が最も多く、全槽のガス発生量に対する比率は60%程度の値となる。供試液中のTOC当りのガス転化率を求めると、 $Y_{gas} = 0.72 (l\text{-}gas/TOC)$ となり、また $\Theta_T = 5$ 日操作における分解有機物率は $f = 0.83$ (gr-degraded TOC/gr-TOC) 分解有機物当りのメタン転化率は $0.74 (l\text{-}CH_4/\text{gr-degraded TOC})$ 程度の値となる。

Fig. 4は、 $\Theta_T = 12$ 日、 $C_f = 260$ ppm操作における各槽内TOC、ガス発生速度及びメタン組成を示したものである。発生ガスのメタン組成 C_{CH_4} は一般的な消化ガスに比べて高く、全槽を通じて $80 \pm 5\%$ 程度であった。また各槽のTOC濃度分布より、有機物中の約60%は第1槽($\Theta_i = 1.2$ 日)で分解され、 $\Theta_T = 5$ 日操作の可分解有機物率と比較すると分解率は72%程度となる。

Fig. 5は、Fig. 4に示した操作条件における供試原液(A)、第1槽処理液(B)および第10槽排液(C)のゲルクロマトグラムを対比して示したものである。使用したゲルはSephadex G-15、カラム寸法2 cm I.D. $\times$ 65 cmである。図より、発酵の経過とともに各分画成分が分解されていることがわかる。供試原液(A)を図に示すように3分画に大別すると、I分画は $M_w > 1000$ 、II分画は $M_w = 100 \sim 300$ 、III分画は $M_w < 100$ 程度の値と考えられる。第1槽処理液(B)において、II、III分画と同様I分画においてもTOCはかなり減少しており、 $\Theta_i = 1.2$ 日程度で高分子物質もII、III分画中の有機物と同様に分解されていることがわかる。

Fig. 6は、図中に示した各操作条件における有機物分解率 P と処理時間 Θ_i との関係を示したものである。ここで P は $\Theta_T = 5$ 日操作における可分解有機物率をもとにTOC分解率を補正した値である。図より供給廃水濃度が105、260、380 ppmの各操作条件において同程度の有機物分解率があることがわかる。さらに、処理時間が1日で65%程度の有機物分解が可能であり低濃度廃水に対しても十分な処理効率を期待出来ることがわかる。しかしながら、 $\Theta_T = 5$ 日操作における処理効率と同様、処理槽排液中TOCは $C_f = 260$ ppm、 $\Theta_T = 12$ 日操作で60 ppm程度あり、さらに今後検討することが必要である。

まとめ 低濃度熱処理廃水に対して嫌気性膜処理を行い次のようなことが明らかになった。嫌気性消化プロセスは、支持体に菌体を付着させ槽内菌体濃度を高めることにより、 $\Theta = 1$ 日程度の滞留時間においてもかなりの処理を期待出来る。また流入TOCが100 ppm程度の廃水に対しても処理が可能である。

参考文献

- 1) Scott J. T. and A. A. Friedman: Jr. WPCF, Vol. 52, No. 8, 1980
- 2) 黒田・柳原ら：化学工学協会誌第46年会，p. 800，1980
- 3) Young J. C. and P. L. McCarty: Jr. WPCF, Vol. 41, No. 5, R160-173, 1969
- 4) Janney J. C. and N. D. Dennis: Jr. WPCF, Vol. 47, No. 1, pp. 104-121, 1975
- 5) 長谷川 信夫：下水道協会誌：Vol. 18, No. 211, pp. 42-51, 1981
- 6) Jewell W. J. et al.: Jr. WPCF, Vol. 53, No. 4, pp. 482-489, 1981

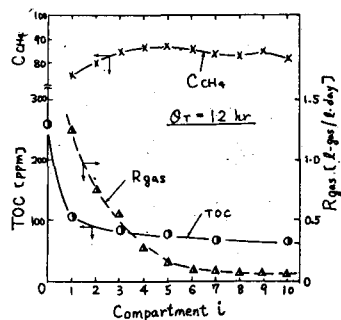


Fig. 4 $\Theta_T = 12$ 日における処理特性

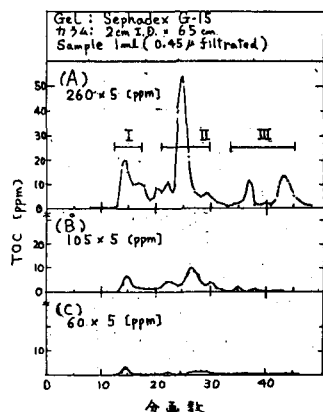


Fig. 5 廃水中の有機物分解の経過 ($\Theta_T = 12$ 日)

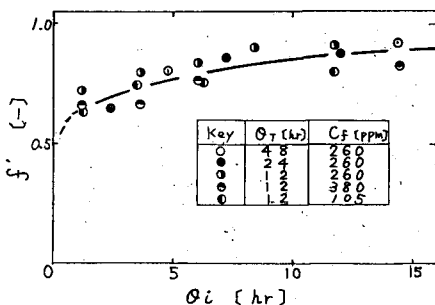


Fig. 6 有機物分解率と滞留時間との関係