

群馬大学 (正) 〇神原量, (四) 湯沢忠, (正) 黒田 正和
群馬県庁 (正) 森永環, 関口 洋一

1. まえがき 近年、嫌気性膜処理法が下排水処理を対象として注目されつつある。本研究は、嫌気性膜処理の酵生成段階で生ずる各種揮発酸を流入基質とし、メタンへの分解速度について基礎的検討を行なったものである。

2. 実験装置及び方法 実験装置は前回報告した充填床型処理槽で、処理槽全容積に対する充填基材の面積比は略1300cm²/lである。実験に用いた揮発酸は、酢酸、プロピオン酸、酪酸であり、水酸化カルシウムで中和し、試液基質とした。なお、これら酵基質の分解実験に用いた処理槽は、各酸基質を約1年間供給したもので、(以下 Ace槽, Pro槽, Bu槽とする) 実験中期における充填基材への生物付着量は略1~2mg-C/cm²であった。

実験は各酸基質の流入負荷を種々変化させ、メタン発生量及び処理水中の酸濃度が一定に持続された時、擬定常状態とみなし、酸分解速度及びメタン発生速度を求めた。処理水の全有機物濃度はTOCガスフロで分析し、酸組成はイソタコ及びFIDガスフロにより分析測定した。尚、ガス量及び揮発酸量は全て炭素重量で示した。

3. 実験結果及び考察

i) 酢酸分解 酢酸を流入基質とした場合

の処理結果をFig.1に、また各操作条件を

Table 1に示した。流入酢酸濃度は100~1200

ppmの範囲で変化させ、HRT(θ)は2~40

hrとした。Run A-1からRun A-4まで順次負荷を上げていくと、メタン発生量も増加していくことがわかる。しかしながらRun A-5のように、流入負荷が略2.8 mg/cm²dayの高負荷になるとメタン発生量の増加はとまり、酢酸分解がRun A-4以上には行なわれな

いことがわかる。この時の処理水の酢酸濃度は略100 ppm 前後に上昇するが、この増加量はRun A-4とA-5の負荷量の差と一致している。

ii) プロピオン酸分解 プロピオン酸を流

入基質とした場合の処理結果の一例をFig.2

に、操作条件をTable 2に示した。Run P-1

からRun P-4まで負荷を上げていくと、メ

タン発生量も増加していくことがわかる。

しかしながら、Run P-5、P-6にみられる

ように流入負荷が2.7 mg/cm²dayあるいは

それ以上になると、メタン発生量は逆に低

下する傾向がある。処理水のプロピオン酸

濃度は、Run P-4~P-6につれて略200~700 ppm

前後に上昇したが、この増加量は流入負荷

量の差と一致していた。これは高負荷時に

Table 1 Experimental condition (Ace)

Run No.	CI (mg/l)	θ (hr)	I (mg/day)
A-1	452.3	40.3	0.210
A-2	434.4	18.6	0.436
A-3	1098.5	23.8	0.865
A-4	1090.0	11.9	1.715
A-5	1210.7	8.1	2.785
A-6	937.9	14.7	1.200
A-7	427.1	5.6	1.420
A-8	515.9	9.7	1.002
A-9	438.1	12.3	0.666
A-10	847.4	28.7	0.554
A-11	106.1	2.4	0.834
A-12	157.3	2.4	1.222
A-13	169.9	1.8	1.754

Table 2 Experimental conditions (Pro)

Run No.	CI (mg/l)	θ (hr)	I (mg/day)
P-1	475.2	41.7	0.214
P-2	429.6	19.0	0.423
P-3	1124.1	22.7	0.928
P-4	1156.9	11.7	1.861
P-5	1126.7	7.9	2.679
P-6	1213.6	6.4	3.580
P-7	1128.8	16.5	1.279
P-8	850.7	15.9	1.001
P-9	823.7	13.0	1.192
P-10	735.8	14.6	0.942
P-11	917.3	14.6	1.161

Table 3 Experimental condition (Bu)

Run No.	CI (mg/l)	θ (hr)	I (mg/day)
B-1	614.4	48.3	0.239
B-2	622.7	22.6	0.516
B-3	1312.0	25.7	0.957
B-4	584.0	12.5	0.875
B-5	1049.1	12.2	1.618
B-6	1126.0	7.8	2.698
B-7	1028.1	5.6	3.464
B-8	992.6	9.7	1.927
B-9	1060.8	9.4	2.115
B-10	808.5	13.8	1.096
B-11	1114.6	12.6	1.662

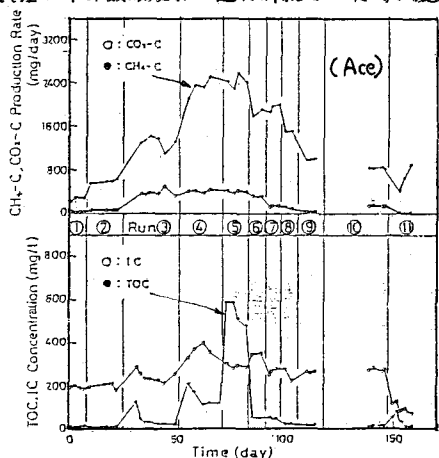


Fig. 1 The course of output TOC, IC concentration and CH₄-C, CO₂-C production rate and IC recovery, PH (Ace)

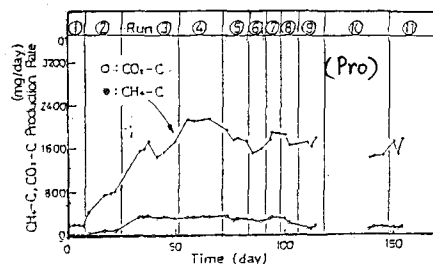


Fig. 2 The course of output TOC, IC concentration and CH₄-C, CO₂-C production rate and IC recovery, PH (Pro)

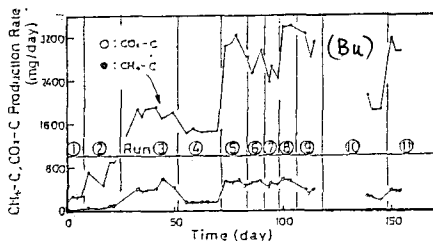


Fig. 3 The course of output TOC, IC concentration and CH₄-C, CO₂-C production rate and IC recovery, PH (Bu)

おけるメタン発生量の低下がプロピオン酸分解菌 (acetogen) の活性低下によるものではないことを示すものと考えられるがメタン発生量の低下については今後検討する必要がある。

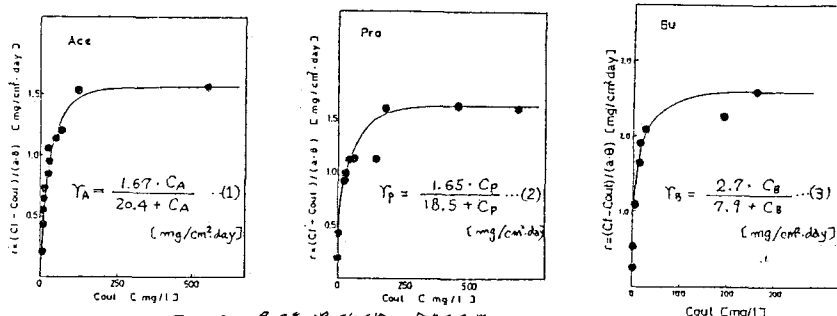


Fig. 4 各種揮発酸の分解速度

iii) 酢酸分解

Fig. 3 は Table 3 に酢酸を流入基質とした場合の処理結果の一例を示した。酢酸分解においてプロピオン酸の場合と同様な結果が得られ、Run B-1 から Run B-5 に示すように負荷の上昇につれ、メタン発生量は増加する。しかしながら Run B-6 と B-7 の高負荷条件 (略 2.7 mg/cm² day 以上) ではメタン発生量が低下する傾向がみられる。この時の酢酸分解量は、大略等しい値であった。

iv) 各酸分解速度の検討 Ace 槽における処理水の酢酸濃度と酢酸分解速度との関係を Fig. 4 に示した。図より、流入酢酸濃度が 100 ~ 1000 ppm の条件における酢酸濃度と分解速度との間には Monod 型の関係式が適応でき、図中の式(1)に示す関係式を得た。さらに、Pro 槽、Bu 槽における処理水のプロピオン酸濃度及び酪酸濃度と各酸分解速度との関係も併せて示した。プロピオン酸分解、酪酸分解に対しては、酢酸分解と同様に式(2)、(3)がそれぞれ得られた。一般にプロピオン酸分解速度は酢酸のそれと比較して遅いとされているが、Pro 槽のように基質上にプロピオン酸分解菌を蓄積させることにより酢酸分解速度と同程度の除去速度を期待することができるとする。

v) Pro 槽、Bu 槽における酢酸生成量及び流出酢酸濃度

Pro 槽あるいは Bu 槽において、処理水中の残留酢酸濃度 C_i は定常状態 ($\frac{dC_i}{dt} = 0$) で式(4)となる。

$$C_i = C_{fi} - a \cdot \theta \cdot Y_A (C_i) \quad \dots (4)$$

where
θ; HRT
a; 比表面積

ここで、 C_{fi} 及び Y_A は、プロピオン酸あるいは酪酸の流入濃度及び分解速度である。プロピオン酸または酪酸から酢酸への転化率を Y_A とすると、酢酸生成速度は $Y_A \cdot Y_A$ となり、処理槽内の酢酸分解速度を Y_A とすると流出酢酸濃度 C_A は式(5)となる。

$$C_A = a \cdot \theta \cdot \{ Y_A \cdot Y_A (C_i) - Y_A \} \quad \dots (5)$$

Fig. 5 は一例として Bu 槽の処理結果と式(4)、(5)の計算値とを θ/C_f の関数として比較したものである。処理水の酢酸濃度は θ と C_{fi} との関数で、一般的に θ/C_f の項で比較できないが、図には流入濃度が大略 1000 ppm の条件の結果を示した。なお、式(4)

中の Y_A は式(2)を代入し、式(5)中の Y_A は 1 g C/g C とした。また、Bu 槽における除去 TOC 量と Ace 槽におけるそれとが大略等しく、 Y_A には式(1)を代入した。図中の斜線領域は、流入負荷が 2.7 mg/cm² day 以上の領域を示したものである。図からわかるように、この領域以下の負荷では酪酸・酢酸とも計算値と実験値がよく一致するが、高負荷領域では酢酸の実測値がかなり大きい値となっている。Pro 槽においても、同様な結果が得られており高負荷領域の酢酸分解及びメタン発生については今後更に検討する必要がある。

まとめ 嫌気性生物膜の揮発酸分解速度を求め、速度式を得た。酪酸、プロピオン酸分解においては 2.7 g/day 以上の高負荷領域でメタン発生が低下する傾向がみられた。これ以下の負荷領域においては、各種揮発酸の分解量、流出酸組成等を得られた速度式をもとに推察することができた。[文献] ① 神原黒田: 土壌第 38 回年次学術講演会 (1983)

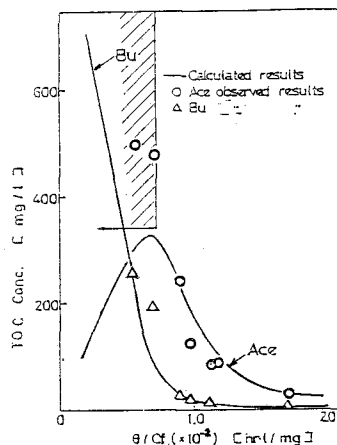


Fig. 5 Comparison of observed results with calculated ones. (Bu)