

(Ⅱ-45) ビール廃水の嫌気性生物膜処理に関する 理論的および実験的検討

群馬大学 (正) 湯沢 恩 榊原 豊 黒田 正和

はじめに 嫌気性廃水処理は、近年、生物膜法、UASB法などの開発により、低濃度から高濃度まで広範囲のBOD廃水に対して、有効な処理プロセスとして注目されている。このような嫌気性処理槽の設計、操作法、処理能評価には、廃水中有機物の分解速度の算定が重要課題の一つである。著者らは先に、有機物分解モデルを提案し、その有効性を報告した。

本研究では、ビール廃水の嫌気性生物膜処理実験を行い、モデル計算によるシミュレーションおよび処理特性について検討した結果について報告する。

実験 試料ビール廃水は、毎月1回程度約500L採取し、室温で密閉容器中に貯蔵したが、貯蔵日数が増すと、酸濃度、さらに一部の試料ではTOC濃度もやや増大する傾向が認められた。また、本ビール廃水のpHは6.0以下と極めて低い。

図1に実験装置の概略を示したが、処理槽には、ハニカム固定床と炭素板固定床の2種を用いた。ハニカム固定床は、pHが5.5以下と極めて低く、酸生成相として機能し、また炭素板固定床は、ハニカム槽溢流水をpH7.0±0.2に調整後流入することにより、メタン生成相として働いた。

処理槽の流入水および流出水の分析は、TOC、IC濃度(TCDガスクロマトグラフィー:住友化学製GCT-12N)、揮発酸濃度(水蒸気キャリアーFIDガスクロマトグラフィー:大倉理研製M-802)pH(pHメーター:岩城硝子製225)およびSS、VS濃度(JIS K0102)について1日1回行った。

結果 ビール廃水の溶存有機物(TOC)を、分析結果に基づき、エタノール、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸および複合有機物(記号sで表示する)に分類した。これら各成分の分解速度式を以下の仮定下で、実験によりもとめた。(1)分解速度はMonod型速度式で表される。(2)s分解は、酸生成過程とメタン生成過程の逐次2段で行われる。

(イ)sの分解速度式 ハニカム固定床(酸生成相)および炭素板固定床(メタン生成相)による連続処理実験を、数種の水理学的滞留時間(HRT)について行い、5-6日間連続測定値の平均を、各HRTの代表値として以下の検討を行った。

定常状態における槽内sの物質収支は次式で与えられる。

$$\frac{C_{s, in} - C_s}{\tau} = \frac{k_s C_s}{K_{s, s} - C_s} \quad (1)$$

ハニカムおよび炭素板固定床の測定値を

Lineweaver-Burkプロットすると

図3(a)の結果が得られた。図から、 $k_s = 4.0$

(mg/l·h)、 $K_{s, s} = 200$ (mg/l)と近似される。

(ロ)エタノール、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草

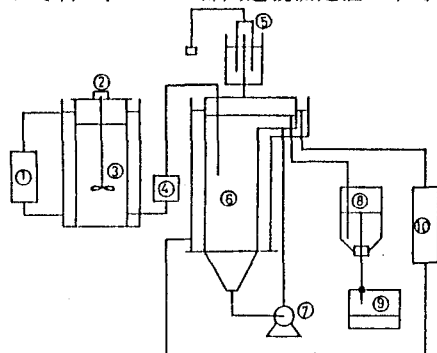
酸の分解速度式 炭素板固定床をもちい、各成分の

回分式分解実験を行った結果を、図2(b)に示した。

図から、見かけの速度定数および飽和定数は、それぞれ

次の各値で近似される。 $k_{et} = 8.2$, $k_{ac} = 2.2$

$k_{pro} = 1.0$, $k_{bu} = 2.5$, $k_{va} = 1.3$ (mg/l·h)



- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| ① Cooler | ② Stirrer |
| ③ Storage tank | ④ Micro tube pump |
| ⑤ Gas collector | ⑥ Anaerobic biofilm reactor |
| ⑦ Liquid recycle pump | ⑧ Shielded bottle |
| ⑨ Liquid collector | ⑩ Heater |

図 1 実験装置

$$K_{s,et} = K_{s,ace} = K_{s,pro} = K_{s,bu} = K_{s,va} = 20 (\text{mg/l})$$

(ハ) 理論計算 処理槽内各有機成分の物質収支は、定常状態において、次の各式で表される。

$$\frac{C_{s,in} - C_s}{\tau} = R_s \quad (2)$$

$$\frac{C_{et,in} - C_{et}}{\tau} = R_{et} - Y_{et/s} R_s \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{C_{ace,in} - C_{ace}}{\tau} &= R_{ace} - Y_{ace/s} R_s - Y_{ace/et} R_{et} \\ &\quad - Y_{ace/pro} R_{pro} - Y_{ace/bu} R_{bu} - Y_{ace/va} R_{va} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{C_{pro,in} - C_{pro}}{\tau} = R_{pro} - Y_{pro/s} R_s - Y_{pro/va} R_{va} \quad (5)$$

$$\frac{C_{bu,in} - C_{bu}}{\tau} = R_{bu} - Y_{bu/s} R_s \quad (6)$$

$$\frac{C_{va,in} - C_{va}}{\tau} = R_{va} - Y_{va/s} R_s \quad (7)$$

ここに、 $Y_{a/b}$ は成分 b の a への見かけ収率である。

(ニ) ハニカム固定床での処理結果 ハニカム固定床での生成ガスには、メタンは 5 vol% 以下と極めて少なく、s 分解のみが行われる酸生成相とみなして大過ないものと考えられる。したがって、Eq. (3) - (7) の右辺 R_s に係わる項以外を全て省き、s の各成分への見かけ収率を実験結果に基づき試行錯誤により決定した。その結果、 $Y_{ace/s} = 0.32$ 、 $Y_{pro/s} = 0.12$ 、 $Y_{bu/s} = 0.40$ 、 $Y_{va/s} = 0.12$ が得られた。なお、エタノールに関しては、流入水と溢流水の濃度差が認められなかったため、 $Y_{et/s} = 0$ とし、またここでの考察はエタノールを省いた形で行う。

図 3 に、流入 TOC (g/d) を基準として、溢流水の各成分比の実験結果と計算結果を比較した 1 例を示した。図から、流入水質がロットごとに異なっているものの、計算結果は実験結果を概ね良好に再現していることが認められる。各酸の構成は、大略酪酸、酢酸、プロピオン酸、吉草酸の順に高い。

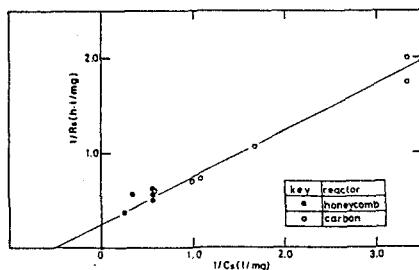
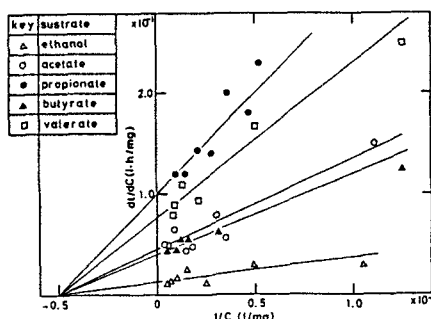


図 2 (a) S 分解速度の Linearver-Burk プット



(7) 図 2 (b) エタノールおよび揮発酸の Linearver-Burk プット

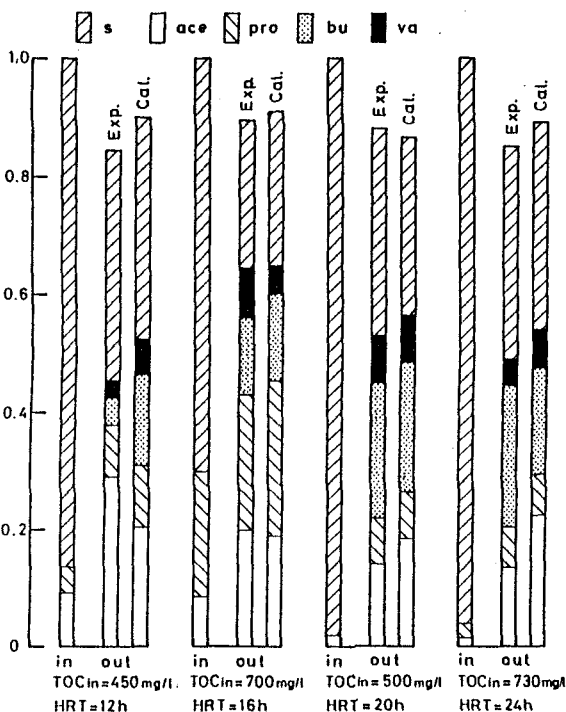


図 3 ハニカム固定床の処理結果