

北大 工 正会員 神山 桂一
 学生員 加藤 善盛
 学生員 岡谷 隆雄
 正会員 駒形 進

1. はじめに

近年 産業廃水による水質汚濁は大きな問題となっているが、その中でも家庭下水と工場廃水の混合処理方式をとる流域下水道の問題点が指摘されている。処理施設の大規模化は基本的には管理業務と運搬業務の分断化が進み、維持管理、運搬の適切な一体化が後退する点にも問題がある。この観点から小規模、低コスト施設による分散処理が基本となるべきと考えている。このことは水処理の原則の一つである着床前に処理すべしという原則にも適合するものであろう。また中小企業の多い我が国では、処理装置は、その経済性、弾力性、安定性の点を考慮しなければならない。回転円板接触法は、その点に関し、従来の二次処理法より優れていると思われる。著者らはここで実際の加工廃水を一例として、その面積負荷及び生物膜の厚さ等が処理効率に及ぼす影響について若干の考察を行なったのでここに報告する。

2. 実験装置及びその方法

北海道における水産加工廃水は季節的短期操業が多い。ホタテ貝の加工廃水は主成分は薄水で水質は表-1に示す。これに原料貝及び貝殻洗浄水が流入する。実験装置は4槽直列で、その詳細は表-2に示す。円板は直径36cm, 幅0.5cmの耐水ベニヤを10枚等間隔につけたものを使用した。No. 3槽は腐蝕面の影響を調べるために特別にハニーコムを、図-1の如く円板の中間に挿入し、面積を大きくとった。また、分析方法として、TOCは東芝ベックマン社製の全有機炭素分析機TO2型を使用し、全炭水化物量(グルコース当量)はフェノール硫酸法で、SSは0.45μmのメンブレンフィルターによる濾過法で測定した。

表-1

	全体	溶解性
全炭水化物	1150	500
全有機炭素	7161	4246
浮遊物(SS)	3890	
pH	7.03	

養汁廃水の水質

3. 実験結果と考察

3-1. バッチ実験 約3週間の馴化期間の後、実験を行った。付着生物膜の厚さは実験期間中2回測定した。本実験は濃度が律速とならない領域で円板付着生物の全量除去能力を發揮した時の除去速度を求める目的で行ったものである。しかしながら、採用した初期濃度ではこの条件を満足していないことかわかり、実験結果を図-3に示す。その点に関し定常拡散理論に基づき若干の考察を試みる。

表-2

槽 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
実容積	14 l	14 l	17 l	18 l
円板枚数	10枚	10枚	6枚+ハニーコム	10枚
全円板面積	2.09 m ²	2.09 m ²	7.56 m ²	2.09 m ²
回転数	10 r.p.m	5.4 r.p.m	5.4 r.p.m	8 r.p.m
時間あたり回転面積	1258 m ² /h	679 m ² /h	2450 m ² /h	1006 m ² /h

装置示様

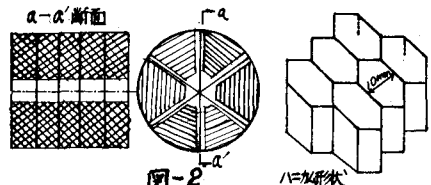


表-3

	12月16日	12月23日	12月26日
No. 1	1.066 mm	1.429 mm	2.828 mm
No. 2	0.644 mm	0.939 mm	2.190 mm
No. 3	0.270 mm	0.304 mm	0.421 mm
No. 4	0.216 mm	0.253 mm	0.313 mm

付着生物膜の厚さ

3-2. 有効厚と拡散係数について 図-3、図-4より単位重量当りの除去速度は指数的に減り、水没面積当りの除去速度はほぼ一定である。このことはスライムの有効厚さが一定と考えられ、基質の除去に寄与している体積は、表面積に比例することを示している。従って有効厚は付着厚の最も薄いNo. 4より薄いと考えるべきではない。そこで、今、有効厚をNo. 4と仮定して、円板に関する一定常拡散の理論式(次式)より 廃水の拡散係数を求めると

$$d^2 = S \cdot \frac{2D}{L_r}$$

ただし、 d = スライム厚 (cm) S = スライム表面の基質濃度 (mg/cm³)

D =基質の拡散係数 (cm^2/s), L =基質の比消費速度 ($\text{mg}/\text{cm}^3/\text{s}$)
 全TOCについて, $D=8.50 \times 10^{-9}$, 溶解性TOCで $D=1.21 \times 10^{-7}$ となった。分子量約10万の蛋白質の分子拡散係数は約 6×10^{-7} 程度であるから 全TOCについてはこの値の $1/4$, 溶解性TOCについては約 $1/6$ であった。実際にはこれより低いと推定される。

3-2 連続流実験 平均滞留時間各槽約3時間, 水温 $9.0 \sim 13.2^\circ\text{C}$, 廃水濃度約240 ppm, 450 ppmの2回にわたる連続流実験の結果を図-5, 図-6に示す。これからわかるように第4段目の処理効果は期待できないので第3段目までの平均除去率をみると, 前者で, Total 74.2% 溶解性82.8%, 後者で Total 88.1% 溶解性89.1% となり, 流入濃度が高い方が除去率はよいことになる。即ち3-2の考察から付着厚の大きい前段階程, 付着生物の一部しか除去に寄与していないからである。そこで前述の有効拡散係数を用いて, どれだけの濃度変動に耐えられるか算出すると N_1 17は6.75倍, N_2 27は4.39倍, N_3 37は1.37倍という結果になった。

4. まとめ

i) 水産加工廃水を用いた処理実験の結果, TOC 450 ppm (COD_a 当量で1200 ppm) の高濃度廃水が3段処理で85~90% 除去しうる事が確かめられた。

ii) 定常拡散理論から, この種の廃水の分子拡散係数が $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 以下であることが推定できた。

iii) ii)の解析から耐えられる濃度変動の幅が決定可能なことが示唆された。

iv) ハニーマルを利用した円板槽の実験からも回転円板は濃度勾配が重要な律速因子であり, 単位容積あたりの接触面積をどれだけ増加しうるかが回転円板法改良のきめことなるであろう。

v) 濃度変動に対してどれほど吸収しうるかという点については設計操作上重要と考えられるので, 検討を加えていく予定である。

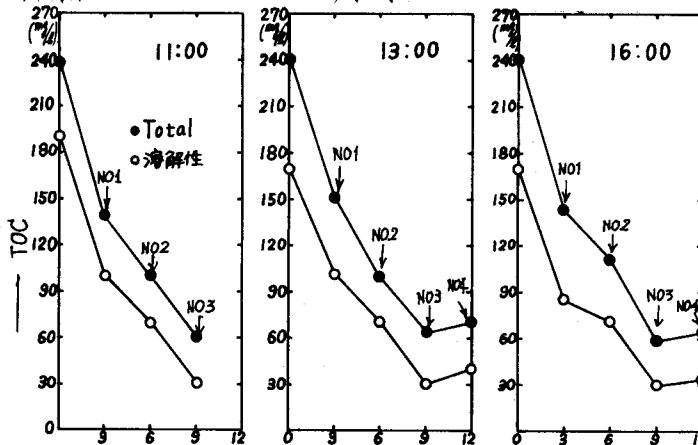


図-5

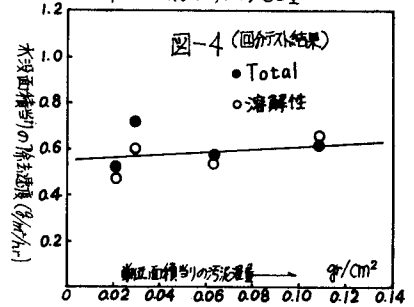
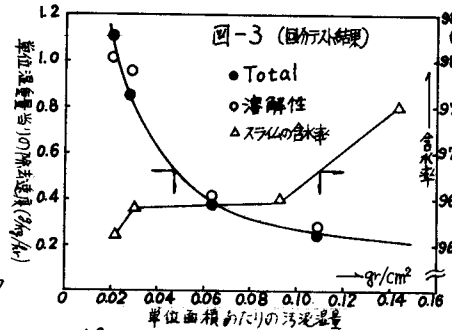
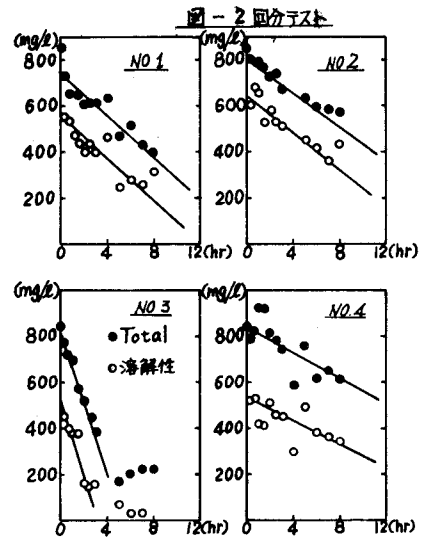


図-6