

活性汚泥法による水産加工排水の処理に関する研究

東北大学 学。ファン=エミリオ=石原

“ 近藤 一天 ”

正太保俊治

1. はじめに

水産加工排水の処理は水圏の富栄養化、浅海養殖との関連、地域の環境衛生等ではしばしば問題となる。処理方法としては、加圧浮上法、腐敗法などの一次処理後、活性汚泥法で仕上げの処理が行なわれていることが多い⁽¹⁾。しかし、活性汚泥法における設計基準に必要な諸係数については十分検討されてない。本研究は塩釜市の水産加工総合排水処理場より排水を採取し、連続式完全混合槽を用いて活性汚泥システムのプロセス動力学的評価を試みた⁽²⁾。

2. 実験装置と方法

図1に装置の概略を示す。反応槽容量は6.5L、沈殿槽容量は1.5Lである。活性汚泥は水産加工排水処理場より採取し、約1ヵ月間馴養した。流入水濃度はガーゼでろ過後、全CODcrは800ppmに希釈調整した。MLSSは約2000ppmに調整し、有機物負荷 $0.07 \sim 1.34 \frac{BOD\text{ mg}}{MLSS\text{ mg} \cdot \text{day}}$ の範囲で実験を行った。分析項目を表1に示す。安定状態に達した判定には、流出水CODcrの値を目安とした。定常状態で約3週間実験を行った。曝気槽は20±1℃に温度を制御した。

3. 實驗結果と考察

定常状態での結果を表2に示す。

3-1 供試排水の水質

希釈調整した排水について全COD_{cr}と全BOD₅との関係を図2に示す。図2より(1)式を得た。 $BOD_5 = 0.826 COD_{cr} + 8.02 \dots (1) \quad r = 0.922$

全BODとケルダールNの比は100:10-20であった。NO₂-Nはなかった。排水中の溶解性成分について(2)式、(3)式を得た。

$$(\text{溶解性COD}_{\text{Cr}}) / (\text{全COD}_{\text{Cr}}) = 0.716 \quad \cdots (2)$$

$$(\text{溶解性BOD}_5) / (\text{全BOD}_5) = 0.805 \quad \cdots (3)$$

3-2 除去速度係數

完全混合型システムでは溶解性BODは曝気槽内それぞれに等しく、定常状態に
物質収支を4式で表現できる。 $Q S_0 - Q S_e = (dS/dt) V \dots\dots (4)$

基質除去が一次反応式に従うとすると、 (dS/dt) は残存基質濃度 S_e の関数となり (5) 式を得る。 $(S_0 - S_e)/\lambda_{AT} = \mu S_e$ (5)

(5)式の関係を図3,4に示す。図3より、基質濃度として溶解性BOD₅をとると基質除去は単純な一次反応式で表現でき、 $k_r = 1.37 \times 10^{-2} (\text{g}_{\text{HSS}} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1})$ である。図4より、除去不可能な物質が溶解性COD_{cr}で40ppm程度残存している。

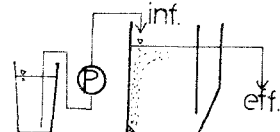


FIG. 1

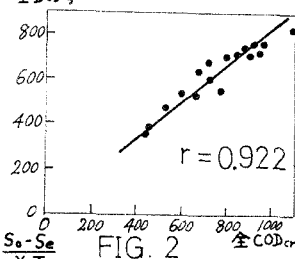


FIG. 2

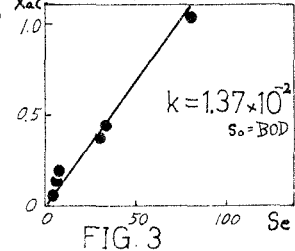
FIG. 3⁵⁰

表 1		表 2		inf (ppm)		eff (ppm)															
分析項目: COD _{Cr} , BOD ₅ , カルマン窒素		COD _{dis}		BOD _{dis}		n-H		K-N		COD _{dis}		BOD _{dis}		n-H		K-N		Xa		T	
ノルマルヘキサン抽出物質		R1	577.1	515.8	-	-	-	60.4	-	-	180.7	81.3	-	-	44.0	-	-	128.0	0.32	-	-
NO ₂ -N, NO ₃ -N, SS, VSS		R2	645.8	607.2	116	-	-	80.2	-	-	120.7	31.9	18.5	48.3	256.1	0.50	-	-	-	-	-
MLSS, MLVSS, 酸素摂取量		R3	577.1	515.8	-	-	-	60.4	-	-	98.5	30.1	-	-	21.2	1744	0.71	-	-	-	-
分析手法: NO ₂ -N, NO ₃ -N: GR簡便法 ^(*)		R4	488.6	495.1	145	-	-	63.9	-	-	55.2	4.5	19.1	13.4	2253	1.06	-	-	-	-	-
その他: 下水試験方法, JIS		R5	488.6	495.1	145	-	-	63.9	-	-	55.2	4.2	17.7	15.1	2156	1.95	-	-	-	-	-
K0102: 塩析		R6	645.8	607.2	116	-	-	80.2	-	-	47.2	2.8	12.3	14.9	1991	5.01	-	-	-	-	-

3-3 汚泥増殖量

活性汚泥増殖量は取換率 μ (h^{-1} or day^{-1})と自己酸化速度係数 b (day^{-1})を用いて(6)式で表現できる。 $\Delta X = QX_0 + \mu(S_0 - S_e)Q - (bX_aV + QX_e) \dots (6)$

変形して、 $\Delta X/X_a = \mu(S_0 - S_e)/X_a - b \dots (7)$

ここで、 $\Delta X = \Delta X - QX_0 + QX_e \dots (8)$

図5, 6は(7)式の関係を示す。図5, 6より μ は約0.35で、 b は約0.05である。家庭下水では $\mu = 0.41 \sim 0.64$ であり、水産加工排水の汚泥転換率は家庭下水に比べて、約0.35(13)にほぼ等しい。流入SS=0として、全BOD, 全CODを用いて整理すると、 $\mu = 0.324$ (全BOD), $\mu = 0.348$ (全COD)であった。BOD-汚泥負荷が $0.15 \text{ } \text{g}_{\text{BOD}}/\text{g}_{\text{SS}} \cdot \text{day}$ 以下で、汚泥の生成はないと思われる。なお、反応槽と沈殿槽の併設による影響はないと仮定し解析した。

3-4 酸素要求量

生物反応システムにおける全酸素要求量は酸化増殖のための酸素消費量と内呼吸のための酸素消費量に依存している。ここで、化学的酸素消費量はないとすると酸素収支式は(9)式となる。 $R_rV = \mu(S_0 - S_e)Q + b'X_aV \dots (9)$

変形して、 $R_r/X_a = \mu(S_0 - S_e)/X_a + b' \dots (10)$

図7は(10)式の関係を示す。各種工場排水について $\mu = 0.3 \sim 0.7 \text{ } \text{day}^{-1}$ の報告に比べ高い値を示している。3-5で述べるように硝化作用の影響を考慮する必要があると思われる。

3-5 流出水の窒素形態

図8は窒素負荷量と窒素形態の関係を示す。汚泥体に変化した窒素は、汚泥式として H_4NO_2 と仮定し、汚泥増加量より算出した。R5, R6では流出水BODsは 5 ppm 以下であるが、ケルダール窒素は約15 ppm (20%)残存し、栄養バランス上除去できないと考えられる。窒素収支はR1で流出全窒素/流入全窒素が106%であるが、滞留時間の長いR5, R6では30~40%である。滞留時間の長い槽ではかなりアンモニア、窒素ガスとして放散していると考えられる。

4. まとめ

(1) 水産加工排水のBOD除去速度式は1次反応式で近似でき、速度係数は $1.37 \times 10^{-4} \text{ } (\text{h}^{-1} \text{ or } \text{day}^{-1})$ であった。

(2) 汚泥転換率は約0.35, 自己酸化速度係数は約0.05であった。

(3) 流出水の窒素形態を明らかにした。

5. おわりに

本研究は東北大学工学部教授 松本順一郎先生、同助教授野池達也先生の御指導のもと行ったものである。今後流入濃度の影響、水質、水量が変動する場合の動力学の評価の検討が必要であると思われる。

本研究を進めるにあたり、多大な協力いただいた東北大学工学部文部技官 遠藤厚己氏、塩釜市水産加工業協同組合へ敬告各位に感謝致します。

(使用記号)

Q : 供給速度 (m^3/day)
 V : 反応槽容量 (L)
 S_0 : 流入基質濃度 (ppm)
 S_e : 流出 "
 t : 滞留時間 (day)
 X_0 : MLSS (ppm)
 X_e : 流出SS (ppm)
 R_r : 1日の酸素消費量 (mg/day)
 μ : 1次反応速度係数 (day^{-1})
 α : 転換率 ($\text{g}_{\text{SS}}/\text{g}_{\text{BOD or COD}} \cdot \text{day}$)

b : 自己酸化速度係数 (day^{-1})
 α' : 酸化増殖のための酸素利用係数 ($\text{g}_{\text{O}_2}/\text{g}_{\text{BOD}}$)
 b' : 維持代謝に必要な酸素消費速度 ($\text{g}_{\text{O}_2}/\text{g}_{\text{SS}} \cdot \text{day}$)
 <参考文献>
 (1) 環境創造 505 (1975)
 (2) 排水処理プロセス設計 技術報告 (1976)
 (3) 排水の生物学的処理, 岩井誠, 204社 (1965)

(4) 生物化学工学
 編集 永井秀, 科学技術
 社, (1975)
 (5) 湖水・海水の分析
 小山 地蔵編 1973

