

大阪工業大学大学院 学生員 柴田 雄 介
大 阪 工 業 大 学 宮 川 善 年
大阪工業大学工学部 正 員 石 川 宗 孝
大阪工業大学工学部 正 員 笠 原 伸 介

1.緒言...近年、ノート PC や液晶テレビの普及に伴い液晶パネルのさらなる高精細化・大画面化への要求から、製造工程で使用される洗浄用純水が大量に要求されるようになってきた。それに応じて洗浄用水の低減化のため、ジメチルスルフォキシド (DMSO) モノエタノールアミン (MEA) が洗浄剤として使用され、その結果、これらの洗浄剤が含有する高濃度排水の処理が必要となってきた。また、新たに水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) ジエチルヒドロキシルアミン、N-メチル-2 ピロリドン等も用いられるようになりつつある。そこで本研究では、特に液晶工場排水中に含まれる可能性のある各種有機物について、それぞれの生分解性の判定より難分解性有機物と評価されたものに関して生物固定化担体を用いた活性汚泥法および膜分離活性汚泥法による連続実験を行い生物処理の可能性を検討した。

2.生物固定化担体法による生物処理

2-1 実験方法...生物固定化担体法による生物処理実験では、洗浄剤 A[MEA、ジエチルヒドロキシルアミン、N-メチル-2 ピロリドン含有]と洗浄剤 B[TMAH 含有]に関する除去特性について検討した。反応槽、恒温水槽、沈殿槽、各種ポンプ等からなる実験装置(図 - 1)を 2 機設置し、反応槽壁面付近における曝気により生物固定化担体を流動させる構造とした。洗浄剤 A に対する生物処理実験では曝気量を 8L/min に設定し、生物固定化担体として「マリモ」500 個と「ポパール」200 個の計 700 個を投入した。洗浄剤 B に対する生物処理実験では曝気量を 14L/min に設定し、生物固定化担体として「マリモ」800 個と「ポパール」200 個の計 1000 個を投入した。各洗浄剤に対する運転条件は表 - 1 および表 - 2 に示す通りとし、いずれも HRT 24h で通水した。

2-2 洗浄剤 A の除去特性...図 - 2 に処理水 TOC の経日変化を、表 - 3 に各 RUN における定常状態での平均除去率をそれぞれ示す。処理水 TOC は、TOC 容積負荷を 0.25 から 0.06 kg/m³・day に変更した 200 日目以降から徐々に低下し、250 日目には 12.5mg/L 程度で安定した。また、RUN.2 から RUN.3 へと TOC 容積負荷を増加させた結果、TOC と COD_{Mn} についてはいずれも 85 %以上の高い除去率が得られたことから、洗浄剤 A については、污泥の馴養と有機成分の生物分解が可能であることが明らかになった。他方、T-N については、RUN.3 においても 30 %程度の除去率しか得られず、窒素成分の生物学分解は比較的困難であることがわかった。

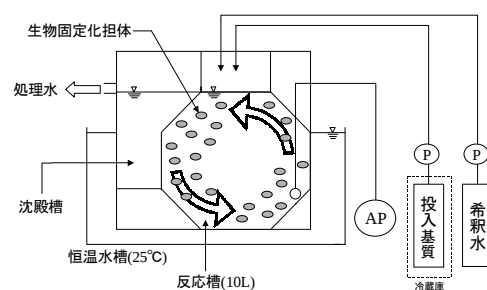


表 - 1 洗浄剤 A に対する運転条件

実験番号	経過日数	TOC		COD _{Mn}		T-N濃度 (mg/L)
		流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	
RUN.1	0	254	0.25	238	0.24	50.5
RUN.2	205	63	0.06	59	0.06	12.4
RUN.3	289	129	0.13	121	0.12	25.6
	325					

表 - 2 洗浄剤 B に対する運転条件

実験番号	経過日数	TOC		COD _{Mn}		T-N濃度 (mg/L)
		流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	
RUN.1	0	230	0.23	141	0.14	11.7
RUN.2	72	346	0.35	211	0.21	17.5
RUN.3	224	161	0.16	99	0.10	8.3
	316					

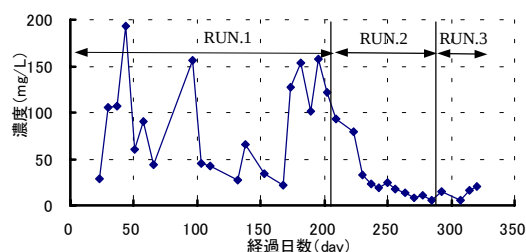


図 - 2 処理水 TOC の経日変化 (洗浄剤 A)

表 - 3 各 RUN における除去率 (洗浄剤 A)

	TOC		COD _{Mn}		T-N	
	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)
RUN.1	88.7	65.1	66.3	72.1	21.4	57.7
RUN.2	23.6	62.6	18.6	68.5	10.7	14.1
RUN.3	14.5	88.8	18.5	84.7	18.4	28.1

キーワード：難分解性有機物、生分解性、生物固定化担体、膜分離

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部土木工学科 Tel 06-6954-4109 Fax 06-6957-2131

2-3 洗浄剤 B の除去特性...図 - 3 に処理水 TOC の経日変化を、表 - 4 に各 RUN における定常状態での平均除去率をそれぞれ示す。洗浄剤 B の TOC、COD_{Mn} 除去率は、いずれの条件においても 80 %以上と高い値を示し、良好な生物処理の行われることがわかった。ただし、TOC 容積負荷を 0.35 kg/m³・day とした RUN.2 の条件では、流出濃度が激しく変動し、不安定となったことから、高負荷での運転は処理性に悪影響を及ぼすことが示唆された。また、T-N の除去率は、流入濃度を低く設定した RUN.3 を除くと 70 ~ 80 %と比較的高かったが、TOC や COD_{Mn} に比べると低い値を示し、洗浄剤 A と同様、有機成分に比べて窒素成分の除去が困難である様子が確認された。

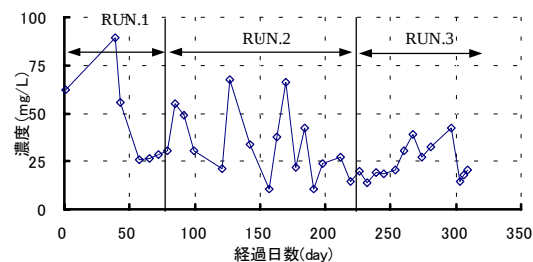


図 - 3 処理水 TOC の経日変化 (洗浄剤 B)

表—4 各 RUN における除去率 (洗浄剤 B)

	TOC		COD _{Mn}		T-N	
	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)
RUN.1	27.0	88.3	14.7	89.6	2.4	79.7
RUN.2	33.6	90.3	31.4	85.1	4.6	73.8
RUN.3	23.1	85.6	18.6	81.3	4.5	45.9

3. 回転膜分離活性汚泥法による生物処理

3-1 実験方法...回転膜分離活性汚泥法による生物処理実験では、洗浄剤 C[DMSO(30%)+MEA(70%)]に関する除去特性について検討した。反応槽、モーター、各種ポンプからなる図 - 4 の実験装置に、有効膜面積 0.063m² の三層式分離膜モジュール (テフロン微多孔膜、ポリプロピレン基布、RFC 多孔板) を 5 枚浸漬させ、エアポンプにより槽内底部から 20L/min の空気を送入した。ろ過方法は、槽内液の水頭差を利用する重力ろ過方式とし、有効容積 35L、HRT 48h となるよう通水した。表 - 5 に運転条件の詳細を示す。

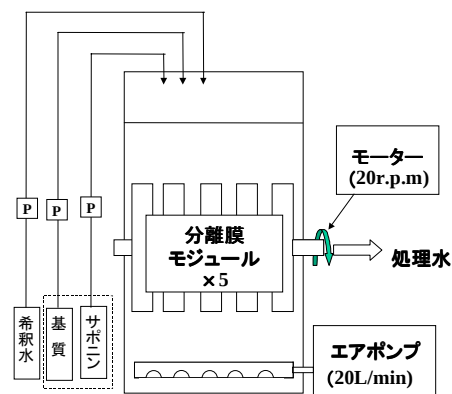


図 - 4 実験装置

表 - 5 洗浄剤 C に対する運転条件

実験番号	経過日数	TOC		COD _{Mn}		T-N	曝気方式
		流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	流入 (mg/L)	容積負荷 (kg/m ³ ・day)	流入 (mg/L)	
Run1	0	411	0.2	102	0.05	149.5	連続曝気
Run2	49	251	0.1	53	0.03	100.6	
Run3①	116	251	0.1	53	0.03	100.6	曝気10分on5分off
Run3②	138	251	0.1	53	0.03	100.6	
	168						

3-2 洗浄剤 C の除去特性...図 - 5 に処理水 TOC の経日変化を、表 - 6 に各 RUN における定常状態での平均除去率をそれぞれ示す。処理水中の TOC は、RUN.1 では大きく変動したが、基質投入濃度を下げた RUN.2 では安定し、洗浄剤 C により汚泥が馴養される様子が確認された。ここで、TOC 除去率に注目すると、TOC 容積負荷を 0.1 kg/m³・day とした RUN.2 および RUN.3 においては、共に 72 %以上の比較的高い除去率が得られた。DMSO は、最終分解産物として硫酸を生成すること、本実験における槽内 pH は実験期間中常に 4 前後であったことから総合的に判断すると、この TOC 除去には、少なくとも DMSO の分解が関与していたと推察される。また、COD_{Mn} 除去率については、間欠曝気に変更することにより 15 %程度上昇し、曝気条件が COD_{Mn} 除去に影響を及ぼすことが示された。さらに、T-N については、容積負荷を下げてほとんど除去されず、MEA 由来の窒素成分の生物分解はきわめて困難であることが明らかになった。

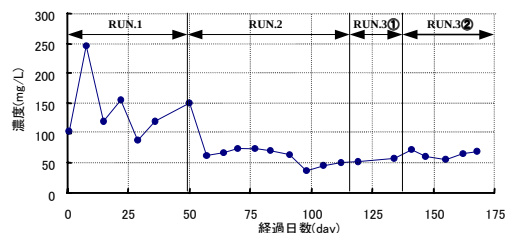


図 - 5 処理水 TOC の経日変化 (洗浄剤 C)

表 - 6 各 RUN における除去率 (洗浄剤 C)

	TOC		COD _{Mn}		T-N	
	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)	流出濃度 (mg/L)	除去率 (%)
RUN.1	138.5	66.3	75.0	26.5	97.1	35.1
RUN.2	69.4	72.4	39.4	25.7	117.9	
RUN.3	61.6	75.5	31.0	41.5	98.8	1.8

4. 総括...本研究により、難分解性の洗浄剤を生物処理すると、有機成分については比較的容易に除去されることがわかった。しかし、窒素成分については全般的に除去が困難で、特に、洗浄剤 C については、MEA 由来の窒素成分がほとんど除去されなかった。今後は、曝気条件の変更や嫌気槽と好気槽を区分するなどし、効率的な窒素除去が行われ得る条件での生物処理性について検討すべきと考えられる。また、担体に保持された菌相を明らかにし、馴養汚泥の難分解性有機物の分解特性に着目し研究を行う必要がある。最後に、本研究に協力頂いた本学卒業生の中村葉文士君に感謝の意を表す。