

小規模事業場厨房排水処理への生物処理併用型 UFB 浮上分離法の適用

○松浦拓実（高知工業高等専門学校専攻科）、山崎慎一（高知工業高等専門学校）

1. はじめに

高速道路サービスエリアのレストランなどの小規模事業場から排出される厨房排水は、グリストラップやその後段の合併浄化槽に流入させて処理が行われている。しかし、排出量が 50m³/日未満の小規模事業場には排出基準の規制が適応されないため、排水の濃度が高くなるとグリストラップによる簡易処理後の放流水質が悪化し、周辺環境への影響や後段の合併浄化槽への過負荷が生じてしまう。そこで筆者らは、様々な分野で応用されてきているウルトラファインバブル(以下、UFB と記す)と呼ばれる微細気泡を用いた小規模事業場に設置が可能な新たな厨房排水処理技術の研究を行っている。これまでの研究では、UFB の水中への極めて高い酸素溶解性能や水表面への油脂固形物の浮上分離効果を確認し、凝集剤を添加することで浮上分離の時間短縮及び分離効果を促進できるという結果を得た^{1),2)}。この結果を受けて、本研究では、有機物除去の促進を目的とした浮上分離と生物処理を組合せた処理性能の確認実験、実用化に向けた実証水槽による処理能力の確認実験、また、導入予定地である高速道路サービスエリア厨房施設の排水性状の調査を行った。

2. 実験方法

2.1 浮上分離と生物処理の性能確認実験

図 1 に試験水槽の概要を示す。実験には浮上分離槽と生物処理槽の 2 つの円筒形の試験水槽(水容量 50L)を使用した。浮上分離槽には UFB 発生装置(Ligaric 製 BUVITAS HYK-20-SD、空気供給量 300mL/min)を使用し、水温上昇を制御するために冷却装置(トーマス科学器械製 TRL-117SFR、設定水温 25℃)を設置した。生物処理槽には微生物付着スポンジ状担体(3.3cm φ × 3.5cmH)を充填し、ミリバブル発生装置(テクノ高槻製 XP-30、空気供給量 3L/min)で空気を供給した。

実験には高知高専学生寮厨房排水を使用した。排水を投入した浮上分離槽に高分子凝集剤(液状カチオン性ポリアクリルアミド、200 倍希釈液で 10mL/L)を添加して UFB 供給による浮上分離を行い、その後、水表面に形成されたスカムを除いた分離液を生物処理槽に移して生物処理を行った。浮上分離を 20 分(採水間隔 5 分)、生物処理を 60 分(採水間隔 15 分)とし、計 80 分間の処理を行った。浮上分離では、サンプル採水位置は水槽底部から 20cm とした。サンプルの水質分析は、pH(ガラス電極法)、SS 及び COD_{Cr}(吸光度分析法)、ノルマルヘキサン抽出物質(以下 n-Hex.と記す、抽出-重量分析法)とした。

2.2 実証水槽による処理能力確認実験

図 2 に実証水槽の概要を示す。実証水槽は 3 槽構造(浮上分離槽 49L、沈殿槽 27L、生物処理槽 49L)とし、付属する装置は 2.1 の性能確認実験と同じものを使用した。実験は実証水槽に厨房排水と高分子凝集剤を所定量投入して UFB を供給し、生物処理槽通過後の排出口から循環ポンプ(10L/min)により排水を循環させて処理を行った。また、水槽内の水温上昇を防ぐため UFB 発生装置は間欠運転(運転 15 分、停止 30 分)とした。サンプル採取は、実験開始後 1 時間は 30 分おきに行い、その後は 1 時間おきに行った。使用した厨房排水や水質分析項目は 2.1 の性能確認実験と同様とした。

2.3 高速道路サービスエリアの排水性状調査

対象とする高速道路サービスエリアはレストラン及びフードコートを有しており、厨房排水はグリストラップ処理後に合併浄化槽へ流入している。調査日は H30 年 4 月 30 日の 9 時から 20 時とし、1 時間おきにグリストラップ流入部で流量、水温、pH の測定と水質分析用のサンプル採取を行った。

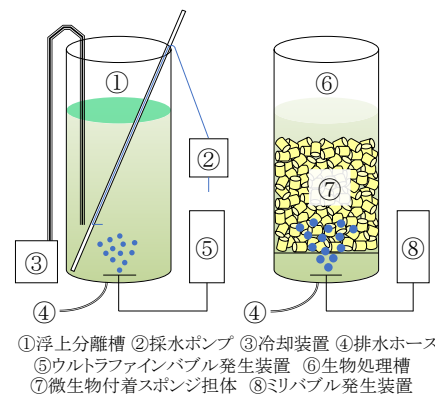


図 1 試験水槽の概要

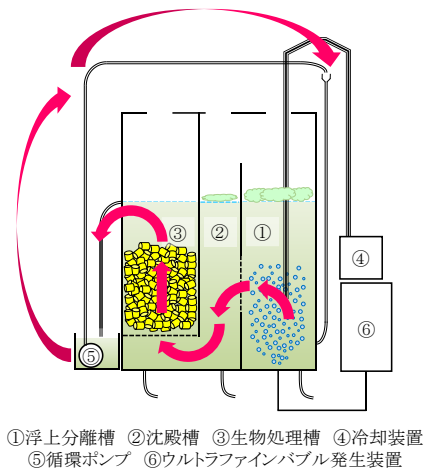


図 2 実証水槽の概要

3. 結果と考察

3.1 浮上分離と生物処理における処理性能

表 1 に浮上分離と生物処理の組合せ実験での水質濃度の変化を示す。20 分の浮上分離により、CODcr は 32%、SS は 74%、n-Hex. は 86%減少し、60 分の生物処理では、さらに CODcr は 19%、SS は 16%、n-Hex. は 9%減少した。生物処理を組み合わせることで処理能力の向上が確認できた。

3.2 実証水槽による処理能力

表 2 に実証水槽による処理能力確認実験での水質濃度の変化を示す。実験は 2 回実施し、1 回目は低濃度排水 (CODcr 660mg/L、SS 209mg/L、n-Hex. 55mg/L)、2 回目は高濃度排水 (CODcr 1985mg/L、SS 644mg/L、n-Hex. 525mg/L) を投入して実験を行った。実験開始から 1 時間後の各水質項目において、3.1 の組合せ実験と同様に顕著な減少が確認でき、その後も緩やかな減少傾向が確認した。最も減少率が低い CODcr 濃度において、実験開始から 30 分間の減少率から処理能力を算出すると、低濃度排水時は 0.6g/L・hr、高濃度排水時に 1.9g/L・hr の処理能力が得られた。

3.3 高速道路サービスエリアの排水性状

表 3 に高速道路サービスエリアの排水性状の調査結果を示す。排水の流量は著しく変動し、9:00～20:00 の調査時間帯で平均するとおよそ 1.3m³/hr であった。各水質項目も時刻によって変動しており、CODcr 濃度は 173～6300mg/L (平均 1175mg/L)、SS 濃度は 46～697mg/L (平均 149mg/L)、n-Hex. 濃度は 14～235mg/L (平均 93mg/L) であった。

この排水性状の調査結果から、調査時間帯における発生負荷量を平均流量と平均 CODcr 濃度を乗じて計算すると約 1.5kg/hr の値を得た。今回調査した高速道路サービスエリアの厨房排水を 2.2 の実証水槽によって処理する場合、処理能力が低かった低濃度排水の処理を想定すると水槽容量は約 2.5m³ になることが確認された。

4. まとめ

本研究によって得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 凝集剤を添加した浮上分離に生物処理を組み合わせることで、各水質項目において 9～19%の減少が確認でき、処理能力の向上を確認することができた。
- 2) 実証水槽を用いて排水を循環させて処理を行った結果、浮上分離と生物処理の組合せ実験と同様の処理性能が確認でき、排水濃度に応じた CODcr の処理能力を算出することができた。
- 3) 高速道路サービスエリアの厨房施設から排出される厨房排水の流量及び水質を確認し、発生負荷量と必要な水槽容量を算出することができた。

なお、本研究は株式会社 Ligaric の受託研究で実施されたものである。

参考文献

- 1) 松浦拓実、矢野川昂生、山崎慎一、ウルトラファインバブルによるグリストラップ油脂分離における凝集剤添加の効果、第 7 回流域圏学会学術研究発表会、2017.9
- 2) 松浦拓実、山崎慎一、UFB 浮上分離と生物処理を用いた食堂厨房排水の処理、第 73 回土木学会年次学術講演会、VII-119、2018.8

表 1 組合せ実験での水質及び除去率の経時変化

経過時間 min	CODcr [除去率]		SS [除去率]		n-Hex. [除去率]		
	mg/L	[%]	mg/L	[%]	mg/L	[%]	
浮上分離	0	1856	[0]	430	[0]	315	[0]
	5	1318	[29]	154	[64]	80	[75]
	10	1264	[32]	129	[70]	75	[76]
	15	1254	[32]	124	[71]	60	[81]
	20	1265	[32]	110	[74]	45	[86]
生物処理	20	1135	[39]	99	[77]	38	[88]
	35	1015	[45]	74	[83]	30	[90]
	50	977	[47]	63	[85]	28	[91]
	65	938	[50]	54	[87]	25	[92]
	80	919	[51]	44	[90]	15	[95]

表 2 処理能力確認実験での水質の経時変化

経過時間 [hr]	CODcr [mg/L]		SS [mg/L]		n-Hex. [mg/L]	
	1回目	2回目	1回目	2回目	1回目	2回目
0	660	1985	209	644	55	525
0.5	360	1047	116	180	5	70
1	326	1057	115	156	< 5	60
2	371	986	93	133	< 5	60
3	292	963	83	122	< 5	55
4	335	957	62	119	< 5	55
5	265	975	88	121	< 5	20
6	298	939	82	112	< 5	20

表 3 高速道路サービスエリアの排水性状調査結果

時刻	水温 [°C]	pH [-]	CODcr [mg/L]	SS [mg/L]	n-Hex. [mg/L]
9:00	22.9	6.61	275	108	-
10:00	22.7	6.39	210	61	-
11:00	25.9	6.77	173	72	235
12:00	26.1	7.01	594	97	55
13:00	28.4	7.11	6300	697	171
14:00	28.1	6.97	651	79	-
15:00	28.7	6.95	586	106	-
16:00	26.7	6.88	2465	300	-
17:00	26.8	6.96	405	46	14
18:00	23.6	6.88	462	78	44
19:00	23.2	6.53	402	50	38
20:00	24.8	6.60	1580	88	-
平均	25.7	6.81	1175	149	93