

嫌気性生物処理を主体としたバイオエタノール製造工程廃水の処理に関する研究

長岡技術科学大学 学生会員 ○平岡大雅, 山口隆司
三機工業 長野晃弘, 三井製糖 河合俊和, ムロマチテクノス 鈴木雅人
国環研 珠坪一晃, 高知高専 山崎慎一, 長岡高専 荒木信夫

1はじめに

近年、バイオエタノールは石油の代替燃料として、また、カーボンニュートラルといった特徴を有する燃料として注目されている。特に、ケーンエタノールはエネルギー収支(output/input)が 8 とコーンエタノールの 1.3 に比べ高いことから、日本でもバイオマス・ニッポン総合戦略において糖蜜からの燃料用エタノールの製造と E3 実証実験が行われている。しかし、エタノールは製造工程において発酵廃液、蒸留廃液や洗缶廃水（エタノールの 20 倍量以上）などが大量に排出される。これらの廃水の特徴は高濃度の有機物を含み、茶褐色のカaramelやメラノイジンなどの色素物質を含んでいることである。日本では過去に糖蜜エタノールの製造が行われ、メタン発酵処理が用いられていた。しかし、メタン発酵法単独では十分な処理水質が得られないといった問題があり、水質汚濁防止法の制定など環境規制の強化により、後段処理として活性汚泥法が用いられたが廃水処理コストが嵩み経済的に成立しなくなった。このことから、バイオエタノールの普及において廃水処理コストの削減は大きな課題といえる。そこで本研究ではバイオエタノール製造工程廃水の低コスト・省エネルギー型処理システムとして UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed ; 上昇流嫌気性汚泥床), DHS (Downflow Hanging Sponge ; 下降流懸架式スポンジ) 及び AFB(Anaerobic Fixed Bed ; 嫌気性固定床)を組み合わせた UASB/DHS/AFB システムを提案し、適用性の検討を行った。

2実験方法

2-1 実験装置

図-1 は UASB/DHS/AFB システムの概略図を示す。本システムはメタン発酵槽の UASB, 硝化槽の DHS 及び脱窒槽の AFB より構成される。1stUASB は容積 15.1L , 2ndUASB は容積 6.6L とした。植種汚泥は中温嫌気性処

理のグラニュール汚泥を用いた。DHS は 1stDHS , 2ndDHS 共に有効容積 8.5L とした。カラムはφ3×3.5cm のポリウレタンスポンジの担体を充填率 45%(345 個)で充填した。植種汚泥は長岡中央浄化センターの活性汚泥を用いた。 AFB は容積 5.0L とした。カラムは DHS と同様のスポンジ担体を充填した。植種汚泥は UASB と同様のグラニュール汚泥を植種した。表-1 は実験条件を示す。実験装置は 35℃の恒温室に設置した。基質は蒸留廃液を希釈して模擬洗缶廃水とした。窒素容積負荷は一定となるように Run1, Run2 では塩化アンモニウムを添加し窒素濃度を調整した。

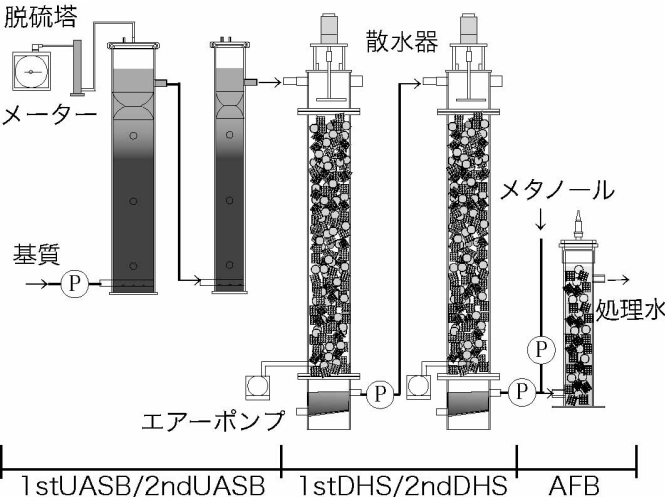


図-1 UASB/DHS/AFB システム概略図

表-1 実験条件

	Run1	Run2	Run3
室温 (℃)		38.3	
基質		蒸留廃液	
流量 (L/day)	30	25	10.7
T-HRT (h)	35.3	42.2	98.4
基質COD濃度 (mg/L)	1906	3760	8660
COD容積負荷(kg・m ⁻³ ・day ⁻¹)			
1stUASB	3.9	6.2	6.1
T-System	1.3	2.1	2.1

キーワード UASB, DHS, バイオエタノール

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 Tel: 0258-47-1611 (ext. 6646)

2-2 測定項目

水質分析は基質、1stUASB 処理水、2ndUASB 処理水、1st DHS 処理水、2nd DHS 処理水及び AFB 処理水に対して行った。分析項目は有機物量として CODcr 及び BOD、窒素量として TKN、NH₄-N、NO₃-N 及び NO₂-N を測定した。また、色は日本電色の排水着色・色汚染度計（NDR 2000）を用いて測定した。ポリフェノールはフオリン・チオカルト法を用いて測定した。

3 結果及び考察

3-1 有機物濃度及び除去率

表-2 は Run1～Run3 における基質及び各処理水の COD と BOD 濃度及び除去率の平均値を示す。本システムは BOD 除去率 99%と非常に高い BOD 処理性能を有していた。

しかし、COD 除去は 80%程度に止まり排水基準を満たすことができなかった。これは生物難分解性の色素物質が含まれているためであると考えられる

3-2 窒素マスバランス

図-2 は窒素マスバランスを示す。Run2 では除去率 93%、Run3 では除去率 82%の窒素除去性能を得た。Run3 においては 50mgN/L 程度の有機性窒素が残留した。これは色素物質由来の窒素が残留したと考えられる。

3-3 着色度及び除去率

表-3 は基質及び各処理水の着色度及び除去率並びにポリフェノールの濃度及び除去率を示す。UASB では 40%程度の脱色が生じたのに対し、DHS においては着色が生じた。これはポリフェノールが酸化しメラニンが生成されたためであると考えられる。

4 まとめ

- 1)UASB/DHS/AFB システムはバイオエタノール製造工程廃水に対し高い BOD 除去性能を有する。
 - 2)バイオエタノール製造工程廃水は生物難分解性色素物質を含むことからこれに由来する COD 及び窒素が残留する。
 - 3)UASB は 40%程度の脱色性能を有するが DHS において着色を生じるため脱色は行えない。
- これらのことから残留物質の除去・脱色を行う後段処理の検討が必要である。

参考文献

・長野晃弘, 糖蜜廃液の脱色処理に関する研究, 長岡技術科学大学博士論文, 2000-12

表-2 基質及び処理水の CODcr・BOD の濃度及び除去率

	COD			BOD		
	Run1	Run2	Run3	Run1	Run2	Run3
濃度(mg/L)						
基質	1960	3760	8660	785	1540	3780
1stUASB処理水	708	1370	2960	103	248	608
2ndUASB処理水	619	1130	2330	70	126	187
1stDHS処理水	513	731	1420	37	30	35
2ndDHS処理水	440	624	1220	25	23	19
AFB処理水	375	561	1150	11	21	12
除去率(%)						
1stUASB	63.9	63.6	65.8	86.9	83.9	83.9
2ndUASB	12.5	17.5	21.3	31.8	49.0	69.2
1stDHS	17.2	35.3	39.1	47.7	76.5	81.1
2ndDHS	14.1	14.7	14.1	30.5	21.5	46.1
AFB	14.9	10.0	5.7	56.6	8.6	35.6
T-System	80.9	85.1	86.7	98.6	98.6	99.7

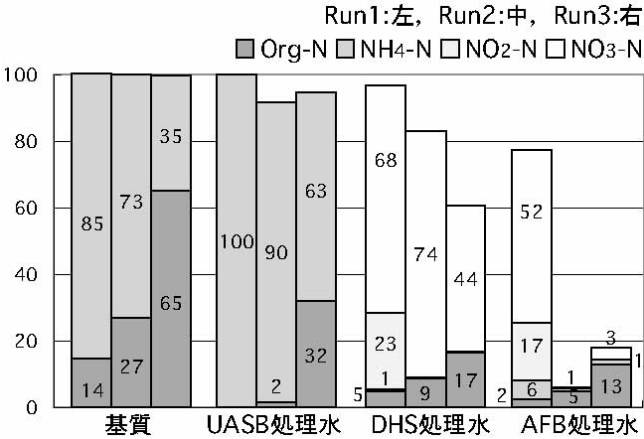


図-2 窒素マスバランス

表-3 基質及び処理水の着色度と除去率

	着色度			ポリフェノール		
	Run1	Run2	Run3	Run1	Run2	Run3
	(度)			(mgCOD/L)		
基質	2500	4580	7080	156	302	-
1stUASB処理水	1490	2580	4240	123	252	-
2ndUASB処理水	1530	2580	4170	116	240	-
1stDHS処理水	2160	3760	6490	63	102	-
2ndDHS処理水	1990	3530	6120	57	84	-
AFB処理水	1690	3170	6020	53	96	-
除去率(%)						
1stUASB	40.4	43.7	40.1	20.7	16.7	-
2ndUASB	-2.7	0.0	1.7	6.0	4.8	-
1stDHS	-41.2	-45.8	-55.6	45.8	57.5	-
2ndDHS	7.9	6.1	5.7	9.2	17.8	-
AFB	15.1	10.2	1.6	7.3	-15.0	-
T-System	32.4	30.8	15.0	66.0	68.2	-