혐기성여상공정 (Anaerobic Filter Process)에 의한 고농도 주류산업 폐수처리

강 인 국
<현대엔지니어링(주) 환경기술연구소 선임연구원>

■目　　次■

1. 서 론
2. 혐기성 처리 공정
3. Pilot Plant 실험 장치
4. 혼합주정(쌀보리, 타피오카, 절간고구마) 폐수처리
5. 맥주 폐수처리
6. 포도주정 폐수처리
7. 결 론

1. 서 론

주류 생산업체에서 발생되는 폐수는 유기물뿐 아니라 고형물 농도가 상당히 높은 고농도 폐수로서 타 유기산업폐수에 비해 처리가 어려운 것으로 알려져 있으나 실제는 폐수내에 독성물질이나 난분해성 물질이 많이 함유되어 있지 않으므로 적정 처리방법만 잘 선택한다면 처리에 큰 어려움이 없으며 폐수 처리시 부산물로서 메탄 가스를 회수, 에너지 절감에 일익을 담당할 수도 있을 것이다. 현재 국내에서 다량으로 고농도 폐수가 발생되는 주정이나 맥주 제조업체의 폐수 처리 실태를 보면 주정 제조업체의 경우 크게 세가지 형태로 구분되는데 첫번째는 미생물을 이용하는 생물학적 처리방법인 혐기성 처리법과 활성 오니법을 혼용한 형태이며, 두번째는 전처리 과정에서 탈수기를 이용 고형물을 제거시킨 후 탈수액을 감압증발시키는 증발농축 방법이며, 세번째는 혐기성 처리를 통하여 메탄가스를 회수한 후 해양 투기하는 방법이다. 또한 맥주 제조 업체의 경우에는 고농도 폐수인 제즙폐수나 발효저장폐수를 별도로 분리하여 혐기성 처리방법으로 처리한 후 저농도 폐수인 제품폐수 및 맥아폐수와 혼합한 후 호기성 처리 방법으로 처리하거나 고농도 폐수를 분리시키지 않고 저농도 폐수와 바로 혼합하여 호기성 처리방법으로 처리를 하는 경우도 있다.

이외에 포도주, 양주, 탁주등을 생산하는 업체의 경우에도 맥주 제조업체와 마찬가지로 고농도 폐수와 저농도 폐수를 분리시키거나 혼합하여 생물학적 처리 방법으로 처리를 하고 있다. 이러한 폐수처리 방법들 중에서 현재 주류 생산업체에서 고농도 폐수처리를 위하여 많이 이용되고 있는 혐기성 처리 방법은 대부분 재래식 혐기성 소화법으로 소화조내에 다량의 미생물 확보뿐 아니라 소화조 운전에도 상당한 어려움이 따르고 있다. 이에 당사에서는 재

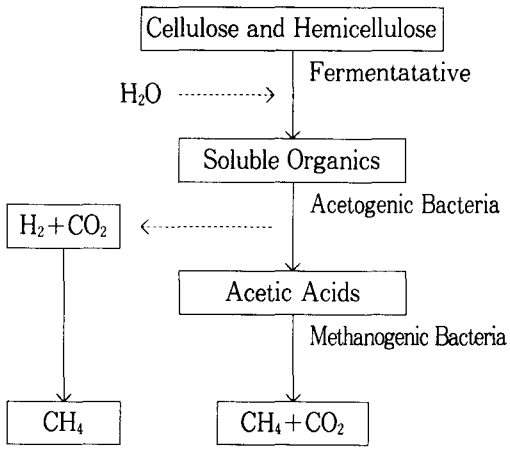
래식 혐기성 처리 공법의 한계를 극복하여 보다 경제적이고 고효율적인 처리 공법을 개발하고자 혐기성 소화조내에 다량의 미생물을 확보할 수 있도록 Filter media를 충진하는 혐기성 여상 공정(Anaerobic filter process)에 관심을 갖고 '85년부터 국내 최초로 Lab scale pilot plant를 설치하여 맥주, 당밀, 커피 및 주정 폐수 등 고농도 유기폐수에 대한 연구를 수행하였으며 Lab scale의 실험에서 제시된 처리 결과를 현장 실증 운전을 통하여 확인하고자 3-5m^3/day 처리 용량의 Pilot plant를 설계 제작하여 주정, 포도주 및 맥주 제조 공장 현장에서 15개월간에 걸친 현장 실증 실험을 완료하였다. 현장 실증 실험 결과 Lab scale 실험에서와 마찬가지로 우수한 처리 결과가 도출되므로서 본 공법의 우수성을 인정받아 '91년도에는 포도주 제조 업체 및 맥주 제조 업체의 고농도 폐수 처리에 본 공법을 적용하게 되었다. 또한 '90년도 및 '91년도에는 한국, 미국, 일본에 본 공법을 특허 출원, '92년 9월에는 미국특허를 획득하였으며 '93년 5월에는 국내 특허를 획득하므로서 본 공법에 대한 기술력을 인정받는 계기가 되었다.

본고에서는 그동안 생산 업체 현장에 Pilot plant를 설치 현장 실증 연구를 완료한 혼합 주정폐수, 포도 주정폐수 및 맥주폐수에 대한 Pilot test결과를 간략하게 소개하고자 한다.

2. 혐기성 처리 공정

2. 1 혐기성 처리공정 원리

혐기성 처리 공정은 분자 상태의 산소가 존재하지 않는 환경에서 미생물에 의해 유기물이 이산화탄소(CO_2)와 메탄(CH_4)으로 전환되는 공정을 의미한다. 이러한 처리 공정은 일반적으로 [그림 1]에서 처럼 3단계로 이루어지는데, 첫번째 단계에서는 고분자 유기 물질이 가수분해되어 에너지나 세포의 탄소원으로 이용하기에 적절한 용존성 저분자 유기물질로 전환된다. 두번째 단계에서는 박테리아에 의해 용존성 저분자 물질이 초산이나 프로피온산 같은 유기산으로 전환되며, 세번째 단계에서는 두번째 단계에서 생성된 유기산이 Methanobacterium, Methanococcus, Methanospirillum등의 메탄 박테리아에 의해 이산화탄소(CO_2)와 메탄(CH_4)의 최종 산물로 전환된다.

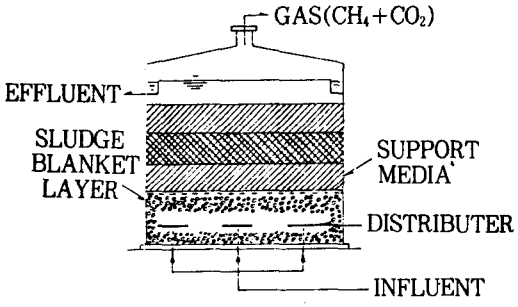


[그림 1] 혐기성처리 공정의 Mechanism

2. 2 혐기성 처리 공정 (Anaerobic filter process)

Anaerobic filter process는 재래식 혐기성 처리 공정의 한계를 극복하고자 1969년 미국의 Stanford대학에서 최초로 개발되었다. 미생물을 이용한 혐기성 처리 공정에서 폐수처리의 성공적인 수행을 위해서는 소화조내에 다량의 미생물 확보가 필수적인데 Anaerobic filter system에서는 반응조내에 Media를 충진함으로써 미생물을 Media 표면에 부착시킴과 동시에 Media 사이의 공간에도 고농도의 미생물을 포획함으로써 다량의 미생물을 확보할 수 있다. [그림 2]에서 보는 바와 같이 혐기성 여상 반응조는 원통형 혹은 4면형으로된 수직 구조물과 Packing용 Media로 구성되며 처리 대상 폐수는 반응조 하부를 통해 유입되어 상부로 유출된다. 반응조내에 혐기성 미생물 Seeding 후 얼마동안은

반응조 하부에 누적된 혐기성 미생물에 의해 유기물이 제거되며 반응조 가동이 진행됨에 따라 혐기성 미생물은 Filter Media 표면에 부착되며 Media 사이의 공간에도 고농도로 부유하게 되어 결과적으로 높은 유기물 부하량을 소화 시킬 수 있는 충분한 SRT(Solid Retention Time)를 유지하게 된다. Anaerobic filter에서는 100~300일 정도의 무척 긴 SRT 유지가 가능하므로 Excess sludge 발생량이 극히 적어진다. 따라서 Sludge wasting 없이도 오랜 기간 작동이 가능하고, 질소, 인등의 영양물질 공급량도 대폭 감소 시킬 수 있다. 또한 반응조 자체의 고효율성으로 운전비용이 대폭 절감된다.



[그림 2] 혐기성 여상조(Anaerobic filter reactor)의 개략도

3. Pilot plant 실험 장치

Lab scale 실험에서 제시된 처리 결과의 확인을 위하여 Pilot plant(혐기성조 15m^3, 활성오니조 6m^3, 침전조 1m^3)를 설계 제작하여 폐수 배출 업소 현장에 설치, 현장 실증 실험을 수행하였다. 처리 대상 폐수는 Pilot plant 내의 Feed tank로 유입되며 고형물의 침전을 방지하기 위하여 mixer를 이용 완전 혼합시킨다. 혐기성조 유입수는 Heat exchanger에서 중온 혐기성 처리에 적합한 35±1 ℃로 온도가 조절되며 필요에 따라 Alkali를 공급 Line mixer에서 pH가 조절된다. 혐기성 반응조 내부에는 Media가 충진되어 있으며 반응조의 높이에 따른 처리 효율을 검토하기 위하여 네지점에 Sampling port가 설치되어 있다. 폐수의 유입은 상향류로서 반응조 하부로 유입되며 급격한 운전 조건의 변화에 따라 처리 상태가 일정치 않을 경우에는 순환펌프에 의해 유출수의 일부가 반응조 유입구로 순환된다. 발생가스는 가스 배출구를 통해 배출된 후 Wet gas meter에 의해 발생량이 측정된 후 대기로 방출되며 유출수는 상부의 유출구를 통해 1차 침전조로 보내진다. 혐기성 처리수는 활성오니조에서 호기성으로 처리되며 활성오니 처리수는 최종 처리 과정으로서 화학적 처리 과정을 거친후 최종적으로 방류된다. [그림 3]은 Pilot plant의 현장 설치도를 나타낸다. 현장에서의 이동 편의성과 효율적인 운전이 가능하도록 혐기성 반응조 1개 Module과 침전조, 활성오니조, 약품조, 각종 펌프류, 전기 및 계기장치와 배관류를 1개의 Base structure상에 서로 조립한 Module로 구분하고 소용량의 폐수 처리에는 상용화로 전용이 가능하도록 Package화를 고려한 시스템으로 설계하였다.

[그림 3] Pilot test에 이용되어진 혐기성 및 호기성 반응조

4. 혼합주정(쌀보리, 타피오카, 절간 고구마) 폐수처리

본 실험에 사용된 폐수 성분은 실험 초기 타피오카와 보리의 혼합 증류액이었으나 실험이 진행되는 동안 사용원료의 변경에 따라 성분이 변화하여 절간고구마와 타피오카, 보리와 타피오카, 또한 보리만의 폐액이 사용되어 Lab 실험에서와는 달리 폐액의 성분 및 심한 농도 변화에 따른 현장 적용 실험을 수행할 수 있었다. <표 1>은 7개월간의 Pilot test 중 사용원료로 보리와 타피오카가 50% 씩 혼합된 폐수에 대한 실험 결과로서 HRT는 5일, 유기물 부하는 5kgCOD/m^3d로 운전되었다. 유입수의 pH가 4.21로 매우 낮았지만 유출수의 pH는 7.11로서 알카리공급 없이도 적정 pH유지가 가능하였다. COD제거율을 보면 유입수의 COD 농도가 24,900㎎/1였으며 유출수의 CODcr 농도는 1,730㎎/1로 93%의 CODcr 제거율을 보여주었다. Gas 발생량은 43.7l/d로 이론적 Gas 발생량의 90% 이상이 발생되었으며 메탄 함량은 59%로 적정 범위내로 유지되었다. 또한 혐기성 처리수를 희석수의 사용없이 HRT 2일로 활성오니조를 운전한 결과 유출수의 COD_{Mn} 및 BOD 농도가 각각 127㎎/1 및 51㎎/1로서 방류수 수질 기준이내로 유지되었다.

5. 맥주 폐수처리

전체적인 맥주 폐수는 BOD 1,000㎎/1 정도의

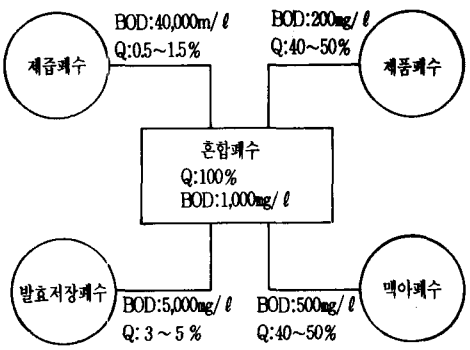
<표 1> **Pilot plant 운전에 따른 주정 폐액의 생물학적 처리 결과**

PARAMETER		UNIT	Anaerobic filter		Activated Sludge
			Influent	Effluent	
사 용 원 료			보리(50%)+타피오카(50%)		
HRT		day		5	2
COD loading rate		kgCOD/m^3d			
pH		−	4.21	7.11	
CODcr	Total	㎎/1	24,900	1,730(93)	340
	Soluble	㎎/1	20,570	802(96.1)	314
COD_{Mn}		〃	10,707	659(93.8)	127
BOD		〃	8,715	587.4(93.3)	51
SS		〃	1,700	525	135
VA		〃	970	486	
TA		〃	950	3,460	
BA		〃	266	3,117	
NH_4^+−N		〃	38	158	
T−P		〃	160	150	
Gas production		m^3/d		43.7	
Gas production rate		m^3G/kgCODr		0.63	
Methane content		%		59.0	
CH4 Production rate		m^3C/kgCODr		0.37	

( ) : 제거효율, %

유기물 폐수로서 일반적으로 활성오니법으로 처리하고 있으나 각 생산공정별 발생 폐수의 BOD 농도 및 배출량에는 커다란 차이가 있다. 맥주공장의 Source 별 발생 폐수는 제즙공정폐수, 발효저장폐수, 제품폐수, 맥아폐수 등 네가지로 구분되는데 [그림 4]는 Source별 맥주폐수 발생 현황을 BOD와 발생량 위주로 나타낸 것이다.

[그림 4]에서 보듯이 맥주폐수 중 유기물 농도가 높은 제즙폐수와 발효저장 폐수는 전체 발생량의 10% 이내이나 BOD 부하량은 전체의 65% 정도를 차지하며 나머지 유기물 농도가 낮은 폐수는 전체 발생량의 90% 정도를 차지하나 BOD 부하율은 전체의 35% 이내가 된다. 따라서 소량의 고농도 폐수만을 별도로 처리할 경우 활성오니조로 유입되는 BOD 부하량은 대폭(60% 이상) 줄일 수 있으며, 성수기의 급격한 유기물부하 증가시에도 별 어려움 없이 처리시설을 가동할 수 있다.



[그림 4] Source별 맥주 폐수 발생 현황

맥주폐수에 대한 실험은 크게 두가지로 구분하여 실시하였는데 첫번째 실험은 COD 농도가 높은 맥즙 Tank 세척수와 제즙 폐수등에 대하여 실시하였으며 두번째 실험은 제즙폐수와 발효저장폐수가 세척수와 완전히 혼합된 상태로 배출된 후 시료를 채취 실험하였다.

<표 2>는 맥즙 Tank 세척수와 제즙폐수 혼합액에 대한 생물학적 처리 실험 결과로서 폐수의 종류, HRT 및 유기물 부하량, 폐수의 COD 농도 등을 변화시키며 Anaerobic filter에 의한 맥주폐수 처리 가능성과 최적의 처리 조건등을 확인하고자 5단계로 나누어 실시하였으며 Anaerobic filter 처리수는 HRT 16~24시간의 활성오니공정을 통과

<표 2> 맥즙 Tank 세척수와 제즙 폐수 혼합액에 대한 생물학적처리 실험 결과

조건 및 결과 \ 단계		1 단계	2 단계	3 단계	4 단계	5 단계
HRT(day)		8	6	3.3	3.3	1.65
AF INFLUENT	성 분	맥즙 Tank 세척수			제즙폐수 혼 합 액	제즙, 저농도 폐수혼합액
	COD(mg/1)	35,000	35,000	35,000	35,000	20,000
	BOD(mg/1)	23,000	23,000	23,000	23,000	12,000
AF EFFLUENT	COD(mg/1)	2,440(93)	1,850(95)	2,100(94)	2,260(94)	2,000(90)
	BOD(mg/1)	950(95.9)	620(97.3)	880(96.2)	850(96.3)	600(95)
활성오니조 EFFLUENT	COD(mg/1)	240	280	300	320	290
	BOD(mg/1)	20	30	20	50	20
	COD_{Mn}(mg/1)	80	100	100	110	100

( ) : 제거효율, %

<표 3> 세척수와 혼합된 제즙폐수 및 발효저장폐수의 혐기성 처리 실험 결과

PARAMETER	UNIT	1단계(3.4－3.27)		2단계(3.28－4.7)		3단계(4.7－4.25)		4단계(5.2－5.23)	
		INF.	EFF.	INF.	EFF.	INF.	EFF.	INF.	EFF.
HRT	day		2		1.5		1.0		0.75
COD Roading Rate	kgCOD/m^3·day		3.28		5.04		6.87		10.11
pH		6.35	6.97	6.18	6.98	6.28	6.89	6.75	7.02
CODcr	mg/1	6,550	898.9	7,561	803	6,871	742.7	7,586	1,213
			(86.3)		(89.4)		(89.2)		(84.0)
BOD	mg/1	3,797	418.1	4,375	375.6	4,024	346.7	4,365	559.2
			(89.0)		(91.4)		(91.4)		(87.2)
Gas 발생량	1/day		249.2		345.7		444.9		585.3
Gas Production rate	Gas1/gCOD_{rem}		0.73		0.64		0.60		0.57
Methane함량	%		56.2		60.4		60.9		58.3
Meth.Production Rate	$CH_4$1/gCOD_{rem}		0.41		0.39		0.37		0.33

( ) : 제거효율, %

시켜 방류수 수질기준 이하로의 처리 가능성을 검토하였다. 전 실험을 통하여 가스 발생량은 시간이 경과함에 따라 안정되어 평균 260～2751/d를 기록하였고, 발생 가스의 메탄 함유율은 평균 65～75%였다. 제거된 COD의 메탄 전환율은 90% 이상으로서 거의 대부분의 COD가 메탄으로 전환되었다. 다른 혐기성 처리방식에 비해 높은 유기물 부하(10kgCOD/m^3d)에도 불구하고 COD 제거율이 90～94.7%, BOD 제거율이 95.2～97.3%로서 높은 처리효율을 보여주고 있다.

실험이 진행됨에 따라 유기물 부하율이 점차 증가됨에도 COD 및 BOD 제거율이 증가된 것은 반응조내 미생물의 활성이 향상되었으며, 많은 양의 미생물이 확보되었기 때문인 것으로 분석된다. 활성오니조에 있어서는 전 실험을 통하여 유출수의 BOD 농도가 20～50mg/1, COD_{Mn} 농도가 80～110mg/1로서 방류수 수질기준 이하로 유지되었다.

고농도로 발생되는 폐수 중 제즙폐수 원액은 CODcr 농도가 250,000～300,000mg/1, 발효저장폐수원액은 120,000～150,000mg/1로 상당히 고농도이며 Tank 세척시 사용되는 세척수로 인하여 제즙폐수 원액은 42배 정도 희석되어 CODcr 농도가 6,480mg/1로 되며 발효저장폐수는 13배 정도 희석되어 CODcr 농도가 10,400mg/1로 된다. 제즙폐수와 발효 저장폐수가 혼합되어 배출되면 CODcr 농도는 7,600mg/1로서 원액에 비해 상당히 저농도를 나타낸다.

<표 3>은 세척수와 혼합된 제즙폐수 및 발효저장폐수의 혐기성 처리 실험결과로서 HRT 및 유기물 부하량 변화에 따라 4단계로 나누어 실시하였다. HRT 1일, 유기물 부하율이 6.87kgCOD/m^3d인 3단계 실험까지는 COD 및 BOD 제거율이 89.2% 및 91.4%로 유기물 제거효율이 양호하였으며 HRT 0.75일, 유기물 부하율이 10.11kgCOD

/m^3d인 4단계 실험에서는 COD 및 BOD 제거율이 84% 및 87.2%로 전단계 실험에 비해 유기물 제거율이 다소 떨어지기는 하였으나 짧은 HRT(0.75일) 및 높은 유기물 부하(10.11kgCOD/m^3d)에서도 비교적 양호한 처리 결과가 도출되었다.

6. 포도주정 폐수처리

포도를 이용 포도주 및 양주(브랜디)를 생산하는 과정에서 발생되는 고농도 폐수는 포도를 발효시킬 때 발생되는 발효폐수와 발효상등액을 증류시킬때 발생되는 증류폐수로 크게 구분할 수 있다. 이중 발효폐수는 발효 Tank 세척시 사용되는 세척수 사용량에 따라 유기물 및 고형물의 농도 변화가 심한 편인데 CODcr 농도는 10,000~20,000mg/1, SS 농도는 3,000~4,000mg/1로 유기물 농도에 비해 고형물 농도가 상대적으로 높은 편이다. 또한 증류폐수는 발효상등액의 보존 기간에 따른 전처리 실시 유무에 따라 약간의 차이를 보이는데 전처리를 실시한 경우 CODcr 및 SS 농도가 42,000mg/1 및 1,000mg/1였으며 전처리를 실시하지 않은 경우에는 52,000mg/1 및 1,500mg/1로 전처리를 실시한 경우에 비해 다소 높은 값을 보여 주었다. <표 4>는 포도증류폐수 및 발효 폐수의 단계별 혐기성 처리 실험 결과로서 전처리를 미실시한 증류폐수의 경우 유기물 부하율이 8.7kgCOD/m^3d인 2단계 실험에서 COD 제거율이 91.7%였으며 유기물 부하율이 10.7kgCOD/m^3d인 3단계 실험에서는 COD 제거율이 89.1%로 높은 유기물 제거율을 보여주었다. 또한 발효 폐수의 경우 유기물 부하율이 6.1kgCOD/m^3d의 조건하에서 87.4%의 COD 제거율을 보여주므로서 증류폐수에 비해 처리효율은 다소 떨어지지만 비교적 양호한 처리 결과가 도출되었다.

<현장 적용 사례>

H산업 폐수 처리장

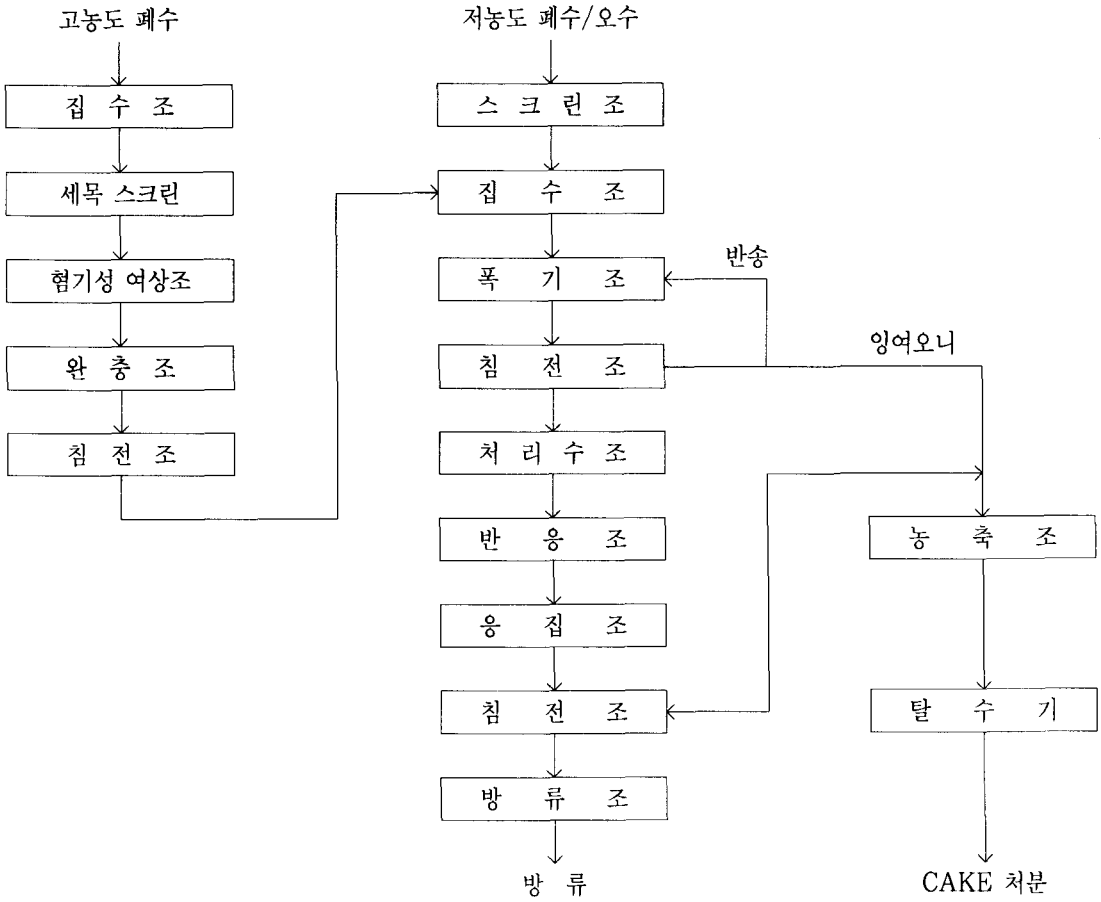
본 처리 시설이 설치된 H산업은 브랜디, 포도주 등을 생산하는 주류 제조 업체로서 청정 지역으로 고시된 특별 농공 단지에 위치함에 따라 방류수 수질 기준이 BOD 30mg/1, COD_{Mn} 30mg/1, SS 30 mg/1의 엄격한 규제를 받게 되었다. 이러한 엄격한

<표 4> 증류 폐수 및 발효 폐수의 혐기성 처리 실험 결과

PARAMETER		UNIT	증류 폐수(전처리 실시)			증류 폐수(전처리미실시)			발효폐수
			1단계	2단계	3단계	1단계	2단계	3단계	1단계
HRT		Day	10	7.5	6.0	7.5	6.0	5.0	2
유기물부하율		kgCOD/m^3·d	4.2	6.0	7.7	6.9	8.7	10.7	6.1
pH	INF	·	6.24	5.83	4.75	5.35	5.24	4.92	5.35
	EFF	·	7.16	7.15	7.08	7.18	7.08	7.12	7.13
COD	INF	mg/1	42,000	45,000	46,000	52,000	52,000	53,300	12,100
	EFF	mg/1	1,780	2,480	2,890	4,200	4,300	5,810	1,530
CODcr제거율		%	95.8	94.5	93.7	91.9	91.7	89.1	87.4
Gas 생산량		m^3/d	32	51	64	61	76	89.3	39.6
Gas 생성율		m^3G/kgCODr	0.53	0.60	0.59	0.64	0.64	0.63	0.50
Methane 함량		%	58	56	55	54.5	55.0	53.5	67.0
CH_4 생성율		m^3C/kgCODr	0.37	0.34	0.33	0.35	0.35	0.34	0.34

규제치를 만족시킬 뿐 아니라 소요 부지 면적의 감소 및 운전 유지비의 절감에 따른 경제적인 처리를 위하여 포도의 발효 및 증류시 발생되는 고농도 폐수는 당사에서 개발한 혐기성 여상법을 이용 혐기성으로 처리하며, 혐기성 처리수와 저농도 폐수인 세병수 및 오수는 활성오니법을 이용 호기성으로 처리된다. 또한 활성오니 처리수는 방류수 수질 기준 이하로의 확실한 처리를 위하여 3차 처리로서 응집 침전에 의한 화학적 처리 과정을 거친 후 최종 방류된다.

91년 1월에 착수하여 5개월간의 설계 및 건설공사와 3개월간의 시운전을 완료한 후 실시된 도보건환경 연구원의 수질 검사 결과 pH 7.1, BOD 10.1㎎/1, COD_{Mn} 10.6㎎/1, SS 6.0㎎/1, N-Hexane 불검출로 통고 받음으로서 본 처리 공정에 대한 처리의 확실성이 입증되었으며, 혐기성 처리의 경우 주 5일 근무제로 토, 일요일에 폐수 발생이 없고 발효 공정 폐수가 년 3개월간만 발생되어 유량 및 수질의 변동이 심한 편이나 시운전 기간 동안 탁월한 적응력을 보여 주었다. <표 5>는 H 산업에서 발생되는 고농도 폐수 및 저농도 폐수 처리시 혐기성 처리와 활성오니 처리를 병행하여 실시할 경우와 활성오니 처리를 단독으로 실시하는데 따른 초기 시설비 투자 및 운전 비용 등에 대한 비교표로서 초기 시설비 투자의 경우 큰 차이가 없지만 소요 부지와 운전 비용의 경우 활성오니 단독처리시 1.5배와 2.7배가 더 소요된다.



[그림 5] H산업 폐수 처리 공정도

<표 5> (혐기성+활성오니)처리시와 일반 활성오니처리시의 비교

구 분		혐기성처리+활성오니			활 성 오 니		
		고농도	저농도	혼 합	고농도	저농도	혼 합
유량(m^3/day)		15	500	515	15	500	515
BOD(㎎/l)	혐기성처리 전	24,000	420		24,000	420	1,106
	혐기성처리 후	2,300	420	475			
소 화 조	용 적(m^3)	80			·		
	HRT(day)	5			·		
폭 기 조	용 적(m^3)	400			950		
	HRT(hr)	18			45		
소 요 부 지		1			1.5		
년간 운전 비용(백만원)		35			95(2.7배)		

[그림 6] H산업 폐수 처리장에 설치된 혐기성 여상조

7. 결 론

혐기성 여상 공정(Anaerobic filter process)은 고농도 유기폐수 처리시 재래식 혐기성 처리 공정에 비하여 여러가지 유리한 점이 많은 공정으로 특히 에너지 자원이 부족한 우리나라에서는 폐수처리와 동시에 양질의 에너지 회수가 가능한 공정이라 할 수 있다. 다음은 고농도 주류산업 폐수 발생 업체 현장에 혐기성 여상(Anaerobic filter) Pilot plant를 설치 연구를 완료한 현장 실증 실험 결과를 요약한 것이다.

1. 혼합 주정 폐수 처리의 경우 사용원료(쌀보리, 타피오카, 절간고구마) 및 유기물 부하 변동에 관계없이 양호한 처리 결과를 보여주었으며 쌀보리와 타피오카가 50%씩 혼합된 폐수의 혐기성 실험에서는 유기물 부하율이 5kgCOD/m^3d의 조건하에서 93%의 높은 CODcr 제거율을 보여주었다.

2. 고농도 맥주 폐수의 실험에서 맥즙 Tank 세척수와 제즙폐수 혼합액에 대한 혐기성 실험 결과 유기물 부하율이 10.6kgCOD/m^3d의 조건하에서 COD 및 BOD 제거율이 각각 93.5~94.7% 및 96.2~97.3%의 높은 값을 보여주었으며 세척수와 혼합된 제즙폐수 및 발효저장폐수에 대한 혐기성 실험 결과 유기물 부하율이 10.11kgCOD/m^3d의 조건하에서 COD 및 BOD 제거율은 각각 84% 및 87.2%를 나타내었다.

3. 포도주정폐수에 대한 혐기성 처리 실험 결과 전처리가 미실시된 증류폐수의 경우 유기물 부하율

이 10.7kgCOD/m^3d의 조건하에서 COD 제거율은 89.1%였으며 발효폐수의 경우에는 유기물 부하율이 6.1kgCOD/m^3d의 조건하에서 COD 제거율은 87.4%를 나타내었다.

4. 이상의 결과로서 혐기성 여상 공정(Anaerobic filter porcess)이 고농도 주류산업 폐수 처리에 적합한 공정이라는 것이 확인되었으며 차후에 고농도의 유기 폐수가 발생되는 주류산업체에서의 폐수처리 공정 선택시 참고 자료가 되었으면 한다.

Reference

1. McCarty,P.L., "Anaerobic waste treatment fundamentals, part one : chemistry and micro-biology." Public works, 95, Sept (1964), 107-112.
2. Dahab,M.F., "Effects of media design on anaerobic filter performance : Ph.D.Dissertation, Iowa State Uiversity, Ames, IA, 1982.
3. Song,K.H., "Media design factors for anaerobic filters" Ph.D.Dissertation, University of Arkansas, Fayetteville, AR, 1985.
4. Van den Berg,L., and Kannedy, K.J., "Comparison of advanced anaerobic reactors" Proceedings, Third intenational symposium on Anaerobic Digestion, Boston, MA, Aug, 14-19, 1983.
5. Van den Berg, Lents, C.P., "Effects of film area to volume ratio, film support, height, and direction of flow on performance of methanogenic fixed film reactors" Proceedings of the Seminar/Workshop on Anaerobic Filters : An Energy plus for Waste Water Treatment, Orlando, FL, Jan., 1980.
6. Young, J.C., and McCarty,P.L., "The anaerobic filter for waste treatment", Journal Pollution Control Federation, 41, 1969, R160-R173.

我有功於人不可念, 而過則不可不念.

人有恩於我不可忘, 而怨則不可不忘.

내가 남에게 베푼 공은 마음에 새겨두지 말고, 나의 잘못은 마음에 새겨두라. 남이 나에게 베푼 은혜는 잊지 말고, 남의 원망은 잊어버리라.

— 菜根譚 중에서 —