

유해 및 난분해성 물질의 처리 기술

1. 미생물의 순양

어떤 폐수를 미생물처리하려고 할 경우 폐수에 함유된 물질을 분해하는데 적합한 미생물군을 육성하여야 하는 순양부터 시작해야 한다. 활성오니처리의 경우에는 기존 활성오니(식중, 잉여오니 등)에 소량의 폐수를 가해 폭기를 실시해 물질의 분해를 확인하면서 서서히 첨가를 증가하여 목적으로 하는 활성오니를 조제해야 한다. 폐수의 도입이나 배출을 회분식으로 처리할 경우나 연속식으로 행할 경우 똑같이 함유된 유해물질이나 저농도 폐수에의 순양은 연속식인 쪽이 운전하기 쉽다. 토양이나 폐수로 인접한 저질토양의 폐수자체를 미생물원으로 해서 조제할 경우도 있다. 특수한 물질을 함유한 폐수일지라도 독성이 없고 비교적 고농도의 BOD를 함유한 폐수에는 이러한 방법이 채용된다. 그러나 양의 확보를 생각해보면 기존 활성오니로 순양을 시작하는 것이 빠르고 간편하기도 한다. 그러므로 실제로 기존 활성오니에 하수나 고농도의 유기성 폐수를 가해 서 짧은 기간에 오니농도를 유지해 점차 단계적으로

이 규정/환경처 기술감리실 전문위원

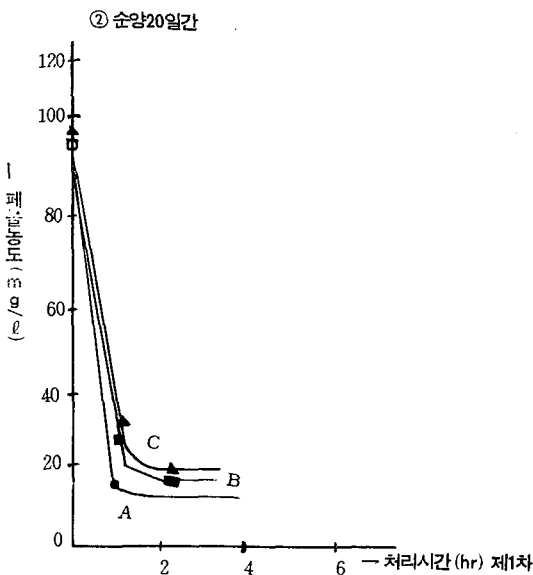
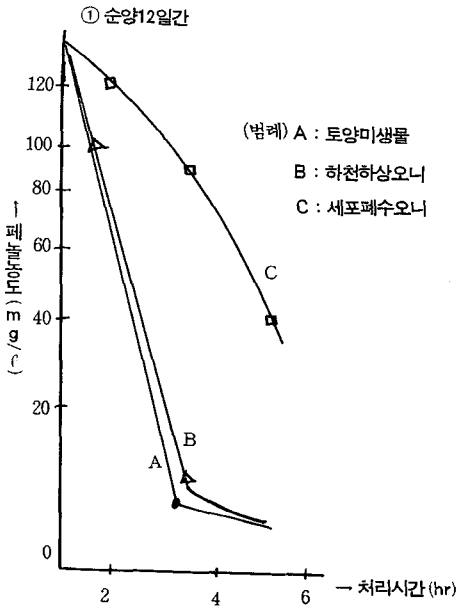
(표-1) 활성오니법에 의한 석유화학공장 폐수처리

폐수의 종류	부 하 량		B O D			회 석 배 수
	수 량	B O D	원 폐 수	처 리 수	제 거 율	
	(m ³ /m day)	(kg/m ³ day)	(mg/ℓ)	(mg/ℓ)	(%)	
납사, 크랙킵폐수	5.0~6.0	(0.4) COD	(70~80) (0.8)유분	(35) (0.2)	(50~59) (75)	
에틸렌 플랜트폐수	4.0	1.2	300 (18)유분	6 (4)	98 (78)	×2
알카리 세척폐액	1.2	(1.0) COD	(870)	32	(96)	×20
아세트알데히드 플랜트폐수	3.0	2.0	600	13	98	×50
아세트알데히드 플랜트폐수	2.9	2.0	700	14	98	×3
프탈을 플랜트폐수	1.5	0.8	520 (30)유분	5 (3.5)	99 (88)	×50
프탈을 플랜트폐수 (화학처리전)	2.9	1.5	520 (30)유분	50 (3~4)	90 (90~87)	×50
프탈을 플랜트폐수 (화학처리후)	2.1	1.8	700 (40)유분	50 (20)	93 (50)	×10
쿠로톤알데히드 플랜트폐수	2.4	1.0	430 (21.3)유분	8 (2.3)	98 (89)	×30
합성고무 플랜트폐수	4.4	(1.4) COD	310 (21~31)유분	(110) (5)	(63) (76~84)	×2
2-에틸텍사늘 플랜트폐수	1.1	2.0	1645 (10)유분	25~45 (<1)	98 (90>)	×20
아크릴니트릴 플랜트폐수	6.0	1.9	300 (2)유분	21 (1)	93 (50)	×20
혼합폐수(에틸렌, 알데히드 플랜트폐수, 기타)	4.8	1.5	300 (2.6)유분	7 (1.0)	98 (62)	
에틸렌, 아크릴로니트릴, 페 닐플랜트 폐수, 기타	3.0	1.8	600 (5.5)유분	10 (2.9)	98 (47)	
에틸렌모노머, 폴리에틸렌 에틸렌글리콜, 에폭시수지ABC수질플랜트폐수	2.0~1.5	1.5~2.0	1050 (5.5)유분	12~62 (0.7~1.7)	99~94 (87~69)	×2
석유화학, 식품, 양모공장등 의 총합폐수(9개소)	6.0	1.2	160~200 (108.4)유분	8~11 (1.2)	95 (99)	
석유화학, 식품, 양모공장등 의 총합폐수(5개소)	2.5	1.5	560~710 (144)유분	14~22 (1.8~3.8)	90 (98)	
석유화학 총합폐수(3개소)	2.4	1.2	480~500 (16.2)유분	5~10 (1.0~1.8)	93 (90)	
석유화학 총합폐수(4개소)	2.0	1.2	500~600 (15.5)유분	8~15 (2.2~2.7)	98 (84)	
석유화학 총합폐수(4개소)	2.4	1.5	650 (23.8)유분	10 (0.7~2.5)	93 (97~90)	
농촌임해공업지대 콤파니트 폐수	2.8	1.1	370~410 (20~30)유분	13~28 (4.4~7.0)	94 (77)	

(참고) 폭기조의 활성오니농도는 4000~6000mg/ℓ로 처리를 행했으며, F/M 비는 0.2~0.4kg-BOD/kg-MLSS, day 운전했다.

목적하는 폐수로 바꾸어서 활성오니를 유지하는 방법이 적용되는 경우가 많다. 이때 순양기간은 1~2주일 정도로 끝마칠 경우도 있고 수개월에 걸쳐서 이룩될 때도 있다. 분해 활성인 점에서는 분해성을 나타낼 때까지 기간의 장단점이나 일시적인 활성도가 떨어진다고는 하나 최종적으로 어떠한 방법으로도 대부분이 동일 수준에 뒤떨어짐을 알 수 있었다. (그림-1과 표-1)

그러나 이 순양과정에서 활성오니가 어떠한 방법에 의해 새로운 분해 활성을 획득하는데 이루어지는 기능·작용에 대해서는 미생물의 적응이나 변이, 자연도태의 문제로서 구별되지만 많은 미특정물질이 포함된 폐수를 다른 종의 미생물에 의한 혼합배양계로서 분해처리하는 곳으로 하기 위한 그 공법은 여러가지 있으나 어느것도 추정 범위를 벗어나지 못한다. 생물은 환경에 변화가 생길 때 그 달라진 환경에서 생활하기에 편리하게 스스로 변화하는 성질을 갖고 있다. 한편 생물이 환경에 적응하는 양식을 유전적응과 표현형 적응으로 나누며, 다시 적응 기능·작용 돌연변이도태 (1) 우발, (2) 유도, 표현형적응 (3), 혼합형 (4) 으로 정리하고 그 판별법에 대해서 말하고 있다. 그러나 이것들은 적어도 세포레벨에서의 문제로서 폐수처리로 이용되는 순양으로는 현재 아직 그것까지는 찾아내는 것은 대부분 행해지고 있지 않는다. 앞으로는 순양을 더 정량성으로 하여서 효과적으로 행하도록 하는데 문제는 미생물(자연계, 배양계), 세포, 효소 더 나아가서는 유전자까지 포함된 여러가지 레벨을 찾아내어 각 레벨에서의 본질적인 문제를 확인하는 동시에 서로가 그 지식교환을 도모하는 것이 필요하다.



2. 순양의 판정과 난생분해성 물질

순양기간으로 장·단점이 있는 것, 또는 순양에 의해서도 아무런 분해성을 나타내지 않는 폐수나 물질이 존재하는 것도 사실이다. 순양의 정도나 폐수처리, 물질분해의 난이성 판정은 자주 하수의 상등액, 하천수 등을 미생물원으로 하여 측정된 BOD나 분해속도도 일정기간 순양한 처리수를 미생물로 5일간 측정된 BOD나 분해속도를 비교한 것으로서 이론 BOD, 실측 BOD, COD, TOC 등의 비교를 통해서 행해져 있다. (표-2~4) 이 표에 여러가지의 폐수, 단일물질에 대해서 이러한 비교를 나타냈다.

순양의 초기일때는 통상 처리수의 혼탁과 같이 폭기조내 오니량 (MLSS) 이 감소하는 경향을 나타냈다. 그리고 순양이 진행됨에 따라 오니량의 증가가 안정되어 처리수는 청정화되어진다. 오니량의 증가는 물질의 분해, 자화(資化)로서의 미생물증식을 의미하며 분해속도의 증대 및 안정화와 같이 순양의 한 mode이다.

(그림-1-폐수를 분해할 활성오니의 순양

(표-2) 단일 유기화합물의 BOD 비교표

유기화합물 명	실측 BOD ₅ (g/g)	이론 BOD(g/g)
아세트알데히드	1.20	1.82
루포론 알데히드	1.40	2.28
n-프탈 알데히드	0.80	2.44
iso-프탈 알데히드	0.82	2.44
n-프탄올	1.30	2.59
iso-프탄올	1.26	2.59
sec-프탄올	1.78	2.59
tert-프탄올	0.00	2.59

(표-3) 석유화학 플랜트의 BOD와 COD농도

석유화학폐수명	BOD ₅ (mg/ℓ)		COD _{Mn} (mg/ℓ)
	하 수	순양오니	
스틸렌모노머, 에폭시수지플랜트폐수	450	1,100	800~1,100
ABS, SB 수지 플랜트폐수	480	570	1,100~1300
매탄올 플랜트폐수	211,000	219,000	170,000
총합폐수	910	< 1,100	920
디니트로톨루엔, 디아미노톨루엔플랜트폐수	0	0	47,000
페놀플랜트폐수	6,500	12,500	10,500

(표-4) 생물학적 처리에 따른 COD/TOC 와 BOD/TOC 비교

폐수명	COD/TOC		BOD ₅ /TOC	
	원 수	처리수	원 수	처리수
가정하수	4.15	2.20	1.62	0.47
화학폐수	3.54	2.29	-	-
석유정제폐수	5.40	2.15	2.75	0.43
석유화학폐수	2.70	1.85	-	-

순양과는 별도로 유기 물질이 특히 환경중에서 미생물에 의해서 난분해한 것으로 되는 기능·작용에 대해 다음과 같은 환경조건으로 집약되고 있다. 1) 활성미생물이 부족하고 2) 생화학이나 효소가 갖는 특이성을 무시한 화학 구조를 갖고 3) 증식에 필요한 에너지원·탄소원이 부족하고 4) 필수영양원이 부족하고 5) 환경조건에의 내성이 미생물에 없고 6) 물질 또는 그 대사산물이 독성을 갖고 있으며 7) 세포의 효소의 저해·불활성화 8) 물질이 세포내로 투과안되고 9) 수용액 중

에 있어서 물질의 농도가 너무 낮고 10) 필수 효소계가 유도안되고 11) 분해에 관여하는 다른 종의 미생물이 공생식 않고 12) 물질이 미생물로 접촉하기 어렵고 13) 물질의 분해부위가 접촉하기 어렵고 14) 용해성 유기물 및 물질이 복합화한 물질을 형성함 등의 경우이며, 미생물, 세포, 효소 여러가지의 레벨로 분해성에 관여하는 많은 요인이 존재하는 것임을 알 수 있다. 폐수에 포함된 물질의 종류, 조성으로서 순양 또는 처리에 있어서 배려하여야 할 사항도 달라지는 것으로 알 수 있

다. 또한 이러한 요인 몇가지를 순양조건의 조작을 되풀이하는 과정에서 제거할 수가 있을 때 그것은 순양 효과로서 판리인의 좋은 경험이 될 것이다.

3. 활성오니 미생물의 특징

1) 미생물을 연속배양할 경우

미생물이 배양조(incubator)내에서 증가하기 위해서는 그 증식속도(μ)가 희석율(D)보다 더 클 필요가 있다.

$$\mu > D \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{여기서, } \mu = \mu_{\max} \left(\frac{S}{K_s + S} \right) \dots\dots\dots (2)$$

$$D = \frac{F}{V} \dots\dots\dots (3)$$

- f : 배지의 유량
- v : 배양조의 용량
- D : 희석률

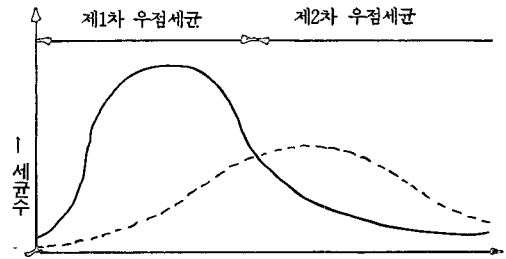
활성오니처리에서는 반송오니계를 위해 증식한 활성오니의 일부는 잉여오니로서 제외로 제거하기 위하여 활성오니를 구성하는 미생물로 되기 위해서는 다음 조건을 만족시킬 필요가 있다.

$$G > \frac{i}{\mu} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{여기서, } G = \left(\frac{Sa}{aLr - bSa + Q(SSi - SS_e)} \right) \dots\dots\dots (5)$$

- G : 오니일령 (day)
- Sa : 폭기조내 활성오니량 (kg)
- Lr : 제거된 BOD량 (kg/day)
- Q : 폐수량 (m^3/day)
- SSi : 원폐수중의 SS농도 (mg/l)
- SSe : 처리수중의 SS농도 (mg/l)
- a : 오니에의 전환계수 (kg-ss/kg-BOD)
- b : 오니의 자기산화계수.

반송오니계를 갖는 것은 floc을 형성하는 미생물이나 floc에 부착한 미생물의 증가로 유리하게 움직인다. 또한 floc화된 세균은 원생동물 등 고등생물로 부터 포식당하기 어렵다. 오니일령은 통상 3~7일로 운전되고 있어 많은 미생물의 증식속도는 그 조건을 만족한



(그림-2) 우점세균의 증식추이

(표-5) 활성오니 미생물중 세균

	McKINNEY 와 WEICHLI (1953)	JASEWICZ와PORGES(1956)		ROGOVSKAYA 와LAZAREVA (1959)	DIAS 와 BHAT (1964)
		동화기 오니	내생호흡기오니		
Achromobacter	P	P	-	-	P
Acrobacter	P	-	-	-	P
Alcaligens	P	D	-	-	P
Bacillus	P	P	D	P	P
Bacterium	P	-	D	P	-
Corynebacterium	-	-	P	-	P
Comamonas	-	-	-	-	D
Flavobacterium	P	D	P	-	P
Micrococcus	P	P	P	P	P
Nocardia	P	-	-	-	-
Pseudomonas	D	P	P	D	P
Sarcina	-	-	-	P	-
Spirillum	-	-	-	-	P
Zoogloca	P	-	-	-	D

(참고) D는 우점적이고 P는 출현을 나타냄

다고 생각되지만 순수배양계에 비해 혼합배양계에 있어서 증식속도는 보통 적고 고등생물로서 포식작용된다. 증식속도(μ)가 작은 미생물은 처리조내에서 유지하기 위해서는 ① 회석율(D)를 작게 하고 ② 오니일령(G)을 크게 갖고 (잉여오니의 인발을 적게하고 MLS S 아래에서 처리한다) ③ 반송오니량을 크게 가지는 등의 대책을 강구할 필요가 있다. 그러나 한편으로는 수계 또는 토양중의 미생물로는 순수배양계에 비해 낮은 물질(기질 : substrate)농도 아래서 높은 증식속도

(μ)를 갖는 것으로 알려져 있어 처리조 내의 물질농도 설정하는데 따라서 그러한 미생물을 우점종으로서 유지하는 것도 가능하다. (그림-2) 활성오니를 구성하는 세균은 직접 물질의 분해에 주는 세균군처럼 이것들은 미생물의 사멸에 따라 용출되는 세포물질에 의존하는 이차적 세균군(Flavobacterium, Alcaligenes 등)이 존재하는 것을 우리들은 알아 둘 필요가 있다. (표-5)

(다음호에 계속)

전국 대학생 환경논문 경시대회

모집대상

전국 주요대학 및 대학원생
(91년 2월 현재 재학중인 자)

주제

- 민간단체의 환경 보전운동 방향
- 21세기를 향한 한국의 환경 정책 방향
- 한국의 환경오염현황과 방지 기술 개발 방향
중 택일

논문모집

- 공모기간 : 1991. 2. 1 - 2. 28(28일간)
- 원고제출 : 200자 원고지 100매 이내
신청서(소정양식) 및 재학증명서
우편 및 방문 접수
- 접수처 : 환경보전협회 홍보부
서울시 중구 남대문로4가 45번지
상공회의소빌딩 1221호
전화 (02) 753-7640

*신청서는 각 학생처(과)에 비치되어 있음.

당선작발표

1991. 3. 7(목) 개별통보

시상내역

- 최우수상 1명 상금 2백만원
- 우수상 2명 각 상금 1백만원



• 주최 :



社団法人 環境保全協會

• 후원 : 환경처 /



다우케미칼한국지점