

환경처 기술감리위원 李 圭 星

### 1. 페놀류분해균과 분해과정

일반적으로 페놀(phenol)류는 생물에 대한 유해물질로서 그 배출이 엄격히 규제되고 있다. 현재 환경보전법에서는 청정지역이 1mg/ℓ 이하, 그의 지역은 5mg/ℓ 이하로 배출허용기준치가 설정되어 있으며, 분뇨종말처리장·하수종말처리장·폐수종말처리장(농공지구 오·폐수 종말처리장을 포함한다)도 5mg/ℓ 이하로 수질기준을 설정했다.

페놀페수로는 단일 페놀 뿐 만이 아니고, 많은 유사한 화학구조를 갖는 물질, 즉 페놀류가 공존할 경우가 많다. 환경오염공정시험법에 의한 페놀류의 정량으로는 단일 페놀 뿐만 아니고 ortho, meta 치환의 수산기(-OH), 할로젠기, 알킬기, 아릴기, 니트로기, 카르복실기, 알데히드기, 벤조일기 등이나 para 치환의 할로젠기, 메타옥실기, 카르복실기, 술폰기 등의 물질을 총칭해서 페놀류라 했고, 그 전체의 농도가 페수중 페놀류농도가 된다.

미생물은 오염물질에 대한 특이성이 높으며, 치환기의 위치, 종류, 수에 따라 분해도가 크게 다르다. 치환기로서 할로젠기, 니트로기, 술폰기 등을 갖는 페놀류는 일반적으로 미생물에 의해 분해되기 어렵고, 또한 치환기 수가 많아지면 그 경향이 강하다고 한다. 그러므로 페놀류를 함유한 폐수에의 순양이나 처리에 대해서는 그 원료와 부원료의 조성을 확실하게 알아보아야 우리 환경관리인이 폐수처리에 큰 도움이 된다. 성상이 생산공정에 따라서 자주 심하게 변화되고 있는데도 폐수처리장과 생산부와 협조관계가

미흡함에 따라 폐수처리과정중 화학반응시 오염물질과 약품에 의한 상당량반응이 이루어져야 하는데도 이에 대한 대비책이 적용이 안됨에 따라서 포기조에 충격부하 및 과부하에 따른 trouble이 많은 바 반드시 미생물의 정상처리상태를 유지하는데는 많은 노력과 경제투자가 뒤따름에는 말할 필요가 없으나 이러한 한 사업장내에서 상호협조가 안됨에 따라 미생물은 수초동안의 짧은 기간에 사멸케 되어 다시 정상상태로 유지하는데 관리인의 고충은 어느 누가 그 아픔을 같이 할 수 없는 상황에 처하게 된다. 따라서 하루 속히 폐수처리장과 현장이 상호협조에 따라 폐수량과 성상에 대한 정확한 파악이 아주 중요한 일임을 꼭 알아두어야 한다. 운전뿐만이 아니라 방지시설의 처리공법선정시도 반드시 원료, 부원료, 용수 등에 대한 파악이 먼저 정확하게 된 다음에 이에 대한 대상오염물질의 처리공법, 체류시간, 용량, 부대시설 등이 정해져야 초기 투자비도 줄이고 running cost도 저감시킬 수도 있으며, 개수, 증설, 변경없이 아주 효율적이고 안전한 처리시스템이 되리라고 판단된다.

단일의 페놀(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)을 분해하는 미생물은 세균(Corynebacterium, Brevibacterium, Bacillus, Pseudomonas, Alcaligenes, Paracoccus, Flavobacterium 속), 효모(Candida, Debaryomyces, Rhodotorula, Triehosporon 속), 방선균(Nocardia, Actinomyces 속)등 폭넓은 미생물중에 걸쳐서 존재하고 페놀을 유일한 탄소원, 에너지원으로하는 합성배양지를 이용해서 토양, 특히 목장이나 축사토양, 퇴비, 폐수에

접한 하천밀바닥 슬러지, 활성오니 등으로 부터 비교적 쉽게 분리된다. 따라서 각종 토양, 하천밀바닥, 퇴비 등의 활성미생물에 의해서 몇가지의 폐놀류를 여러가지 유익한 탄소원으로 하여 세균이 분해하고 폐놀류를 분해할 세균의 분포와 출현의 빈도에 대해서 표-1에 나타냈으며, 또한 폐놀에 적응시킨 세균이 나타낸 오염물질의 분해 효율능력에 대한 특징을 표-2, 표-3에 나타냈다.

(표-1) 폐놀류 분해세균의 출현빈도와 분포

폐놀류종류	분리원	Pseudo- monas	Achro- moba- cter	Flavo- bact- erium	Xantho- monas
니트로페놀	퇴비, 하천슬러지, 식용정제수와 균의 침전물	23	3	14	3
클로로페놀	퇴비, 정원토	37	3	3	0
크레졸페놀	퇴비, 정원토	48	8	4	0
알킬페놀	퇴비, 정원토	8	0	1	1
아릴페놀	퇴비, 정원토	11	4	1	0
히드록시페놀	퇴비, 정원토	13	6	1	0

따라서 총분리균주수 206개에 대한 출현율은 pseudomonas세균이 73.8%, Achromobacter 세균과, Flavobacterium세균이 각각 12.1%과 Xanthomonas세균이 1.93%를 나타냈다.

(표-2) 세균이 각 폐놀류를 95%분해할 때 필요한 일수

	1~2일	3~6일	7~10일
페놀, 카테콜		o-니트로페놀, m-니트로페놀	2,4-디니트로페놀
레조루시놀, 퀴논		p-니트로페놀, 2,4,6-트리니트로페놀	2,6-디메틸페놀(30)
클로로구루시놀		2-클로로니트로페놀, 2,6-디클로로페놀	2,4-디클로로페놀(30)
o-크레졸		m-클로로페놀, p-클로로페놀	2,4,6-트리클로로페놀
m-크레졸		o-캐닐페놀, 티몰 150	
p-크레졸			

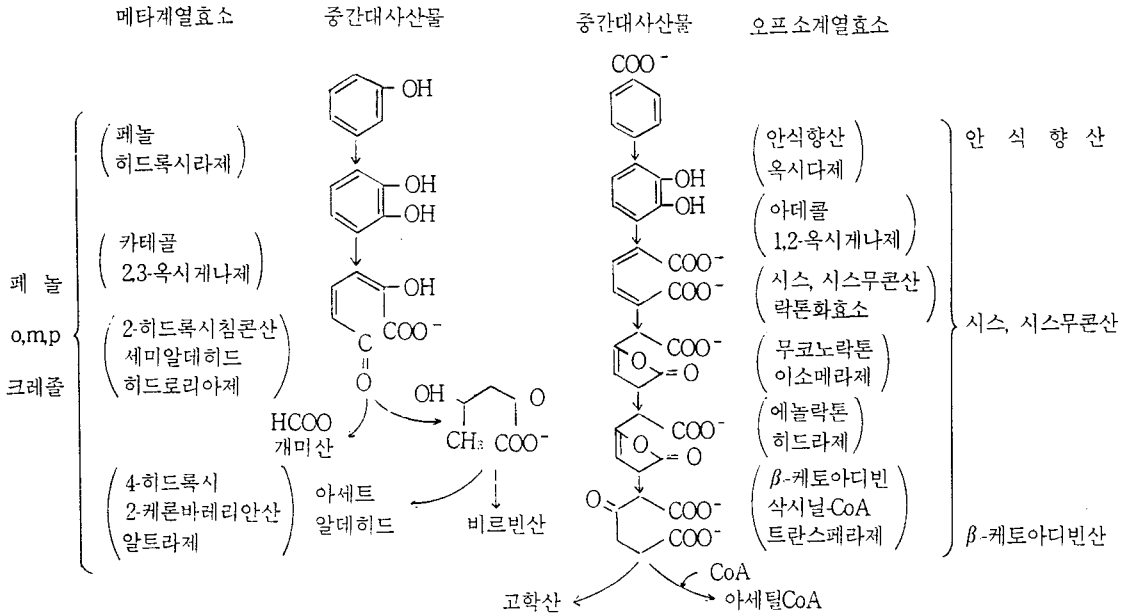
이때 예고가 없는 한 초기농도는 300mg/ℓ로서 실시하면 된다.

(표-3) 세균에 의한 폐놀류대산소흡수

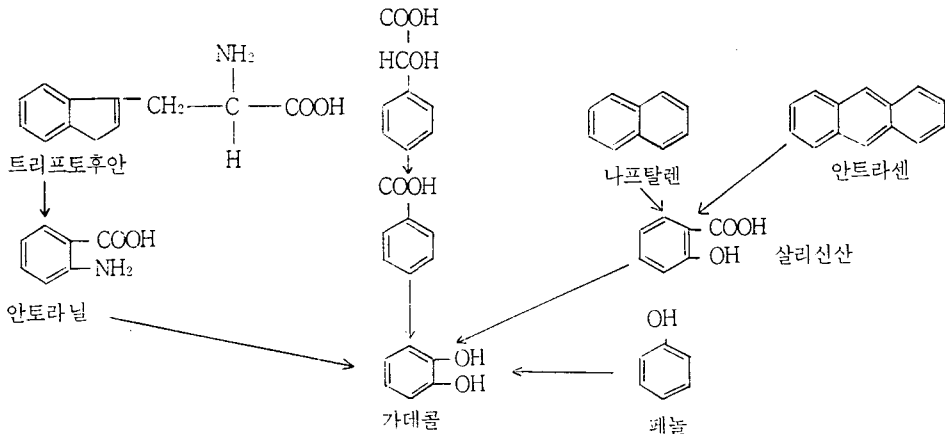
폐놀류종류	초기농도 (mg/ℓ)	소실농도 (mg/ℓ)	산소흡 수량(μℓ)
페놀	100	99	319
페놀	80	79	252
페놀	60	59	186
카테콜	100	97	255
레조루시놀	100	98	252
클로로퀴논	100	86	149
퀴논	60	3	12
m-클로로페놀	100	50	66
p-클로로페놀	100	66	80
2,4-디클로로페놀	60	18	46
2,6-디클로로페놀	100	35	39
2,4,6-트리클로로페놀	100	70	56
o-크레졸	100	97	417
m-크레졸	100	97	457
p-크레졸	100	97	306
2,6-디메틸페놀	100	69	40
3,5-디메틸페놀	100	37	70
2,4-디메틸페놀	100	81	126
3,4-디메틸페놀	100	90	189
오레치놀	100	36	72
티몰	100	44	48
6-클로로-m-크레졸	80	51	81
6-클로로-2-메틸페놀	80	37	66
4-클로로-4-메틸페놀	80	50	90
4-클로로-3-메틸페놀	60	46	113
o-니트로페놀	100	49	48
m-니트로페놀	100	39	65
p-니트로페놀	100	32	54
2,4-디니트로페놀	60	19	66
2,6-디니트로페놀	60	8	51
2,4,6-트리니트로페놀	100	28	22
4,6-디니트로-o-크레졸	100	60	31
2,4,6-트리니트로레조루시놀	60	13	6
2,4,6-트리니트로-m-크레졸	60	8	14
4-클로로-2-니트로페놀	100	64	123
2-클로로-4-니트로페놀	60	7	51
2,6-디클로로-4-니트로페놀	100	9	35
m-디니트로벤젠	100	25	42
p-디니트로벤젠	100	20	32
m-니트로아닐린	100	31	70
2,4-디니트로아닐린	100	39	53
m-니트로벤조알데히드	100	27	38
3,5-디니트로안식향산	100	13	48

이때 오레치놀을 제외하고는 180분동안의 산소흡수량으로 기초했고 산소흡수량은 내생호흡량을 보정

한 값이다. 주로 페놀류의 분해경로는 그림1과 그림 2를 나타냈다.



(그림-1) Pseudomonas Putida에 의한 페놀류의 분해과정



(그림-2) Pseudomonas Florescent group에 의한 방향족 화합물의 산화에 있어서 카데콜의 역할

(다음호에 계속)