

PCB 폐수처리

李圭星

(환경처 기술감리위원)

◆ polychlorinatedbiphenyl 분해군과 그 기구

폴리염화비페닐 (PCB)은 1930년대에 들어서 공업적 생산이 시작된 합성화학물질로서 우리나라에서는 1964년에서야 생산되기 시작했다. 그후 일본에서 1968년 발생한 가네미유증 사건을 계기로 1972년에 생산이 중지되기까지 약 57,300ton정도가 생산되었으며 수출이 4,200ton정도로 보면 53,100ton이 소비된 것으로 추정되고 있다.

BHC, DDT 등과 똑같이 1966년이 지나서 sweden을 비롯해 세계각지에서 어류나 조(Bird)류의 체내에서 PCB가 검출되어 일본이 1972년에 실시한 PCB오염의 실태조사결과로 수질, 저질토양을 조사한 결과는 다음 표-1과 같다.

PCB는 비페닐의 수소(H)가 염소(Cl)로 치환된 것을 총칭하고 이론적으로는 비페닐 1분자

당 0~10의 염소를 포함한 210 종류의 이성체가 존재하지만 그중 103 종류의 이성체가 가장 가능성이 있다고 사료되는데 보통 3~6염소화합물을 중심으로 한 혼합물이다. 염소치환수에 따라 다르나 보통 물에 불용, 유기용제에 안정, 불연성, 절연성이 좋은 것 등 우수한 성질을 갖고 있어 콘덴서나 트랜스용의 절연유, 열교환기용의 열매체, 감압종이, 가소제 등에 널리 이용되어 왔다. 1972년에 취해진 생산중지, 제품의 시장에서 회수, 대체품으로의 전환 등 조치에 따라 현재 검출된 PCB는 제조공장에서 폐수에 의한 것이 아니고 사용기구나 폐기물에서 적은 PCB는 생분해, 반대로 염소치환수가 많은 PCB는 방사선이나 자외선에 의한 분해를 받기 쉽고 또는 비교적 생산량이 적은 closed system 아래서 사용되는 것도 있고 현재 자연

(표2) PCB 분해군의 집적배지조성

배지 A	
글루코즈	0.5g
캐튼	0.5g
KH ₂ PO ₄	0.5g
중류수	1,000ml(pH 7.0)
배지 B	
(NH ₄) ₂ SO ₄	1g
K ₂ HPO ₄	0.2g
KH ₂ PO ₄	1.6g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.2g
NaCl	0.1g
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.01g
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0.02g
Biphenyl 또는 4-chlorbiphenyl	0.1g
탈이온수	1,000ml(pH 7.5)

계에서 검출되는 PCB는 염소치환수 4~6인 것이 많다고 한다.

PCB분해군은 토양, 하천이나 호소, 항만의 밀바닥 오니, 하수처리수 등 넓은 분리원으로 부터 주된 세균에 대해서 분리가 보고되고 있다.

古川 등은 Mendota 호수(Wisconsin주)의 바닥 오니에서 집적배양법을 사용해서 Alcaligenes, Acinetobacter 속 세균을 분리했다. 즉 밀바닥 오니 1~2g을 배지 A(표-2 참조)인 100ml를 포함한 250ml 삼각플라스크에 취해 250 rpm의 회전형 진탕배양기로 26°C에서 3일간 배양했다. 다음에 그 배양액 1ml를 배지 B(표-2 참조)인

(표1) 수질과 저질토의 PCB 오염실태

구분(mg/l)	수 질			저질토양							합계
	0.01이하	0.01이상	합	1 이하	1.1~10	11~50	51~99	100~499	500 이상	합	
PCB 취급공장	78	13	91	0	19	10	5	11	9	54	145
하수·분뇨처리장	125	0	125	-	-	-	-	-	-	-	125
공장부근수역	76	4	80	26	24	15	7	1	4	77	157
공공용수역	789	3	788	1,216	73	20	2	3	0	1,314	2,102
계	1,064	20	1,084	1,242	116	45	14	15	13	1,445	2,529

(참고자료) 일본 환경청, 통상산업성, 운수성, 건설성과 각 지방공공단체조사

100ml를 포함한 250ml 삼각플라스크에 옮기고 똑같은 조건에서 미생물의 증식이 충분히 인정될 때까지 집적배양을 했다. 그다음 배양의 일부를 배지 B를 포함한 한천배지에 획선(畫線)하고 분해균의 분리에 성공했다. Alcaligenes SP.(Y-42)는 비페닐을 Achromobacter SP. (P-16)은 4-chlorobiphenyl을 각각 유일한 탄소원으로 사용 한 배지에서 분리되었다.

Ahmed 등은 0.1%의 비페닐과 파라-클로로 비페닐을 각각 유일한 탄소원으로 사용 한 합성배지를 사용했고, 하수처리수를 분리원으로 한 집적배양을 하고 두종류의 Achromobacter 속 세균을 분리했다.

Sayler 등은 Arochrol 1254 (Monsanto Industrial Chemical Co.)를 사용해 향만 밀부분 오니에서 Pseudomonas 속 세균을 분리하고 八木 등은 di-, tri-, tetra-, octachloro biphenyl를 사용해서 토양에서 dichlorobiphenyl분해균(단간균)을 분리했다.

PCB 분해세균에 의한 PCB 분해기구의 특징에 대해서는 많은 보고서에서 볼 수 있다. Armed 등은 분리한 두종류의 Achromobacter속 세균(Ach. BP주는 비페닐을 유일한 탄소원으로 이용하고, 한편 Ach. PCB주는 biphenyl, P-Chlorobiphenyl을 같이 유일한 탄소원으로 이용하여 증식한다)에 대해서 PCB의 분해특징을 검



Armed 등은 분리한 두 종류의 Achromobacter속 세균(Ach. BP주는 비페닐을 유일한 탄소원으로 이용하고, 한편 Ach. PCB주는 biphenyl, P-Chlorobiphenyl을 같이 유일한 탄소원으로 이용하여 증식한다)에 대해서 PCB의 분해특징을 검토했다.



토했다.

① 양균주의 세척세포현탁액은 binenyl, o-phenyl phenol, phenyl fylbinic acid, cardegol, P-Chlorophenyl, m-chlorobipenyl, o-chlorobiphenyl, o.o'-dichlorophenyl, p.p'-dichlorobiphenyl을 산화한다. 그러나 염화물은 실험에 제공된 모든 cholrobiphenyl에 대해서 그 분해과정에서 생산되지 않는다.

② 두균주는 벤젠고리의 메타(m)계열물질을 여러가지 생산하지만 그 중간 대사물질의 gas clospectle은 균주에 따라 다르고 달라진 분해경로를 갖는다고 사료된다.

③ Ach. PCB균주에 의한 biphenyl 및 p-chlorobiphenyl의

분해에 있어서는 안식향산 및 p-chloro 안식향산 등 여러가지 생산된다.

④ Biphenyl에 증식한 Ach. BP균주는 257mm로 uv의 최대 흡수를 갖는 메타계열에 의한 황색의 중간 대사산물을 축적하는 등의 점을 밝히고 있다.

한편 분리한 Alcaligenes Y-42균주 및 Acinetobacter P-6균주를 사용해서 31종류의 PCB 이성체 분해성을 검토하고 염소치환과 분해성 사이에 다음과 같은 관계를 얻을 수 있었다.

① 염소치환수가 증가함에 따라서 생분해성은 감소한다. 즉 염소를 4개이상 포함한 PCB는 생분해되기 어렵다.

② Biphenyl 분자의 한쪽고리 또는 양쪽의 고리 ortho위치에 두개의 염소(Cl)치환을 가진 PCB, 예를들면 2.6- 및 2.2'는 아주 분해되기 어렵다.

③ Biphenyl 분자의 한쪽 고리에 모든 염소치환을 가진 PCB는 양쪽 고리에 똑같은 수의 염소치환을 갖는 것보다 보통 분해는 빠르다.

④ PCB분자의 선택적인 개열(開裂)은 염소치환이 없거나 적은 고리로 부터 일어난다.

⑤ 메타(m-)개열에 의한 황색의 중간 대사산물의 형성·축적은 언제나 4염소치환 PCB에 대해서 인정된다.

⑥ 생분해성에 관한 양쪽균주의 차는 2,4,6-trichloropheccol의 분해를 제외하고 인정할 수 없다. ◻