

# 울산만 해양 퇴적물 중에 존재하는 PCBs congeners의 패턴 비교

주여정\*, 구미언, 정기호  
부산대학교 화학과

## 1. 서론

PCBs(polychlorinated biphenyls)는 환경 중에 혼합물 형태로 존재하며, 분자의 구조에 따라 생체 내 축적성에 차이가 있다. PCBs는 209 가지의 congener로 구성되어 있는 유기 할로젠 물질이며, 수생생물에 매우 유독하고 수생생태계에 장기간 악영향을 일으킬 수 있는 등 생물학적으로 유해한 영향과 환경에서 분해되기 어려운 성질을 가지고 있다. 따라서 환경적으로 중요한 전세계의 많은 지역에서 광범위하게 잔류량이 조사되고 있으며, 또한 그것이 생태계와 인체의 건강에 미치는 영향에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 울산과 마산 지역의 육지 토양에서 관찰된 PCBs의 수준은 우리나라의 환경 중에도 여전히 이 화합물이 순환되고 있음을 나타낸다.

본 연구에서는 울산 지역 육지토양에 대한 PCBs 잔류량 조사에 이어서 울산만 해양 퇴적물에 함유된 PCBs의 수준을 조사하였으며 congener별 분포 특성으로부터 오염원 규명을 시도하였다.

## 2. 재료 및 실험방법

해양 퇴적물 시료는 1997년 10월에 울산만의 16 개 지점으로부터 그라브 시료채취기를 사용하여 수집하였다. 수집된 시료는 실온에서 건조시킨 후 2-mm mesh 체를 통과된 것만을 모아서 분석할 때까지 갈색 병에 밀폐하여 보관하였다. 약 50 g의 퇴적물 시료를 환류 장치에 넣고 150 mL의 1-N KOH/EtOH 용액으로써 2 시간 동안 추출하였다. 추출된 용액을 식힌 후 100 mL의 n-Hexane을 첨가하고 손으로 가볍게 흔들었다. 거름종이로 거른 추출액을 분액 깔때기에 옮기고 50 mL의 헥산 세정수를 첨가한 후 두 상이 완전히 분리된 후 헥산 상을 취하였다. 진한 황산으로써 추출액을 세정하고 KD 농축기으로써 20 mL까지 농축한 다음 부피가 약 3 mL로 줄어들 때까지 질소를 흘려 보냈다. 이것을 무수 황산나트륨으로 덮어놓은 실리카겔 및 Florisil 칼럼을 사용하여 다시 세정하였다. 약 250 mL의 n-Hexane을 실리카겔 컬럼으로 통과시

켜 PCBs 추출액을 용출시켰다. 마지막으로 질소 기체를 흘려서 용출액의 부피가 1 mL가 될 때까지 농축하였다.

실험에서 사용한 컬럼에서의 PCBs 표준물에 대한 회수율은 약 95%였다. 최종 시료 중에 존재하는 PCBs는 전자포획 검출기가 장치된 HP6890 기체 크로마토그래프(Hewlett Packard, U. S. A.)를 사용하여 확인하였다. 내경 0.2 mm, 길이 25 미터의 Ultra-1 모세관 컬럼이 사용되었으며, 처음 온도는 80°C로 5분간 유지하고, 그 다음에 30°C/min의 속도로 190°C까지 가열한 후 1분간 유지하였으며, 다시 6°C/min의 속도로 마지막 온도인 275°C까지 가열하였다. PCBs 오염원은 Aroclor 1260, 1254, 1248, 1242, 1232, 1221, 1016, 및 그들의 혼합물의 패턴을 비교하여 확인하였다.

### 3. 결과 및 고찰

울산만 해양 퇴적물에 함유된 최대 총 PCBs 농도는 건조시킨 무게를 기준으로 약 200 ng/g였다. 표 1은 congener 패턴을 비교하여 구한 PCBs의 주요 구성 성분들을 수록한 것이다. 주요 성분은 Aroclor 1248, 1254 및 1260으로 나타났다으며, 이 중에서도 PCBs 수준이 높은 지점은 1254와 1260이 주로 차지하고 있다. 이것은 선박용 도료에서 많이 발견되는 것으로서 이 지역에 대규모 조선소가 있는 것과 관련이 있는 것으로 보인다.

조사한 지점 중에서 PCBs 오염이 가장 높은 수준을 나타내는 곳은 매우 좁은 지역이거나 방파제에 의하여 바깥 해양과 거의 격리되어 있다. 그러므로 발생원으로부터 방출된 PCBs가 외부 바다로 이동되거나 또는 분산되기 어렵다. 이러한 사정으로 인하여 이들 지점에 많은 양의 PCBs가 축적되는 것으로 보인다.

표 1. 각 시료 채취 지점에서 얻어진 PCBs의 수준과 주요 congener 성분

지점	수준*	주요 성분**	지점	수준*	주요 성분**
1	High	AC 1254+1260	9	Low	AC 1248+1254+1260
2	Middle	AC 1254+1260 major	10	Low	AC 1248+1254+1260
3	Low	Unmatched	11	Middle	AC 1254+1260
4	Low	AC 1254+1260	12	Low	AC 1254 major
5	Middle	AC 1254+1260	13	Low	Unmatched
6	Low	AC 1248+1254+1260	14	Low	Unmatched
7	Low	Unmatched	15	High	AC 1254+1260
8	Low	AC 1254+1260	16	High	AC 1254+1260

\* AC: Aroclor 표준 혼합물; Unmatched: 비슷한 congener 혼합물 패턴을 찾기 어려움;

\* 총 PCBs 수준(ng/g dry weight): High (~200), Middle (~50), Low (~10)

#### 4. 요약

울산만 해양 퇴적물에 함유된 PCBs의 수준은 건조시킨 무게를 기준으로 10 내지 200 ng/g이었다. 또한 주요 구성 성분은 Aroclor 1254와 1260에 포함된 congener들이었으며, 이것은 분자마다 5~6 개의 염소 원자가 결합된 동족계열의 PCBs가 주로 울산만에 축적되고 있음을 나타낸다.

#### 참고문헌

- 국립환경연구원 고시 제1998-22호 유독물·관찰물질지정 (개정 1998. 6. 27)
- Matta, M.B., Cairncross, C. and Kocan, R.M.; *Environ. Toxicol. Chem.* **1998**, 17, 26.
- Henshel, D.S.; *Environ. Toxicol. Chem.* **1998**, 17, 88.
- Chu, S., He, Y. and Xu, X; *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **1997**, 58, 263.
- Safe, S.H., *Crit. Rev. Toxicol.* **1994**, 24, 87.
- Bracewell, J.M., Hepburn, A. and Thomson, C.; *Chemosphere* **1993**, 27, 1657.
- Oliver, B.G., Charlton, M.N. and Durham, R.W.; *Environ. Sci. Technol.* **1989**, 23, 200.
- Im, S.H., Wakimoto, T. and Jeong, G.H.; *17th International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Dioxin 97*, **1997**, 32, 223.