

1A2) 대기 중 PCBs의 거동 및 환경 중 분포

Atmospheric Concentration and Environmental Distribution of PCBs in Korea

여현구 · 최민규 · 천만영¹⁾ · 조기철²⁾ · 신우영

건국대학교 환경공학과, ¹⁾한경대학교 환경공학과, ²⁾동남보건대학 환경관리과

1. 서 론

1960년 이전 대기 중 PCBs(polychlorinated biphenyls)의 유입은 여러 나라에서 다량으로 사용한 PCBs에 의해 많이 좌우되었다. 대기 중 PCBs의 최대 배출은 1960년대 후반이었으며 그 이후로 점점 감소하는 추세이다. 오늘날 이 화합물은 사용이 금지되었으며 대부분의 국가에서 법적인 근거를 마련하였다. 그러므로 최근 대기 중 PCBs의 발생원은 이전에 배출된 화합물이 재휘발(revolatilization)한 결과라고 할 수 있다. 그러나 현재에도 PCBs가 포함된 설비를 사용하고 있으며, PCBs가 함유된 쓰레기가 여전히 환경중으로 배출되고 있는 실정이다. 또한 국지적인 오염원(local point sources)과 오염된 공기체(air mass)의 이동은 PCBs의 지역적규모(regional scale)의 이동을 초래한다.

반휘발성 유기화합물(Semivolatile organic compounds ; 이하 SOCs)은 높은 증기압과 낮은 반응성 때문에 지구 전역에 폭넓게 존재하고 있다. SOCs중 Polychlorinated Biphenyls(이하 PCBs)는 난분해성 및 친지질성에 특성으로 환경중에서 순환하기 때문에 최근들어 많은 관심의 대상이 되고 있다. 이들 대부분은 태초의 환경과 모든 matrix(예, 토양, 식물, 대기, 수계 등)에서 발견되어 지고 있다. 이처럼 PCBs는 독성 유발물질로 관리되고 있으며 먹이연쇄를 통해 생농축성(bioaccumulation)을 야기시킬 수 있다.

본 연구의 목적은 PCBs(Polychlorinated Biphenyls)의 대기 중 거동 및 환경 중 분포를 파악하고자 PCBs의 분석방법을 확립하고 도시 및 교외지역 대기 중 PCBs의 발생원특성 및 여러 환경 매체인 식물, 토양과 대기와의 분배특성을 확인하고자 한다.

2. 연구 방법

대기시료는 PUF(polyurethane foam)를 이용하여 입자상(Whatman 47 mm glass fiber filter : 이하 GFF)과 가스상(PUF)을 동시에 채취하였으며 그 중 가스상과 입자상 성분을 각각 분석하였다. 측정은 2000년 6월부터 2002년 6월까지 2일간격으로 시료를 채취하였다. 측정전 PUF와 GFF는 디클로로메탄(Dichloromethane:이하 DCM) 250 ml를 이용하여 Soxhlet에서 세척 과정을 거친 후 진공건조기에서 용매를 완전히 건조시켜 시료채취에 사용하였다. 측정 후 필터와 PUFs는 유리 초자에 넣어 -26 °C의 냉동고에 보관하였으며, 취급 시 오염을 최대한 줄였다. 그리고 본 연구에서 사용된 기상자료는 한경대학교내에서 측정중인 AWS(auto weather system)을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 서울 및 교외지역에서 PCBs의 온도의존성

그림 1은 서울 및 교외지역 대기 중 PCBs의 Clausius-Clapeyron 식을 적용한 결과이다.

본 연구에서는 각각의 congeners의 온도의존성을 조사하기 보다는 두 지역에서 대부분 동시에 검출되고 전세계적으로 검출빈도가 높은 ICES congeners를 이용하여 온도의존성을 파악하였다. LnP와 1/T의 회귀식 기울기는 PCBs의 발생원을 파악하는데 있어서 중요한 지표가 된다. 회귀식의 기울기(a)와 결정계수(R²)는 PCBs가 오염된 공기의 장거리 이동으로 유입되었는지 국지적인 오염원 즉, 토양, 수계 및 식물잎에서 대기 중으로 재휘발된 것인지를 평가할 수 있는 지표가 된다. 회귀식의 기울기가 크면 주변 지역의 발생원(토양, 수계, 식물등)의 영향이 지배적인 반면 기울기가 작으면 주변지역의 발생원의 영향 보다는 외부 오염물질의 유입에 의해 대기 중 PCBs의 농도와 온도와의 관련성이 떨어진다고(Honrath et

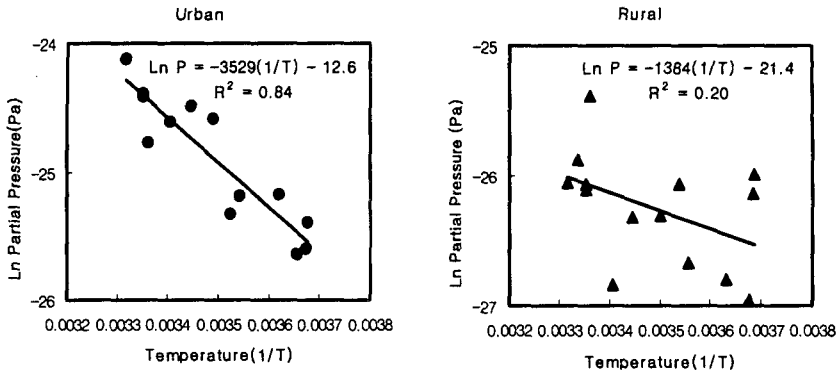


Fig. 1. Natural logarithm of partial pressure inverse absolute atmospheric temperature for ICES congeners.

al., 1997). 본 연구에서 조사된 lnP와 온도(1/T)의 회귀식 기울기는 도시지역에서 -3529(R²=0.84), 교외지역에서 -1384(R²=0.20)로 나타나 외국의 자료에 비해 다소 낮은 값을 나타내었다.

3. 2 PCBs의 대기/토양 분배 특성

그림 2는 안성지역의 토양 및 동일 지역 대기에서 동시에 검출된 PCBs의 농도분포를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 대기중 PCBs는 분자량이 작은 동족체 (homologs<tetra-CBs)가 지배적으로 나타난 반면 토양중 PCBs는 분자량이 큰 동족체(homologs>penta-CBs)가 지배적으로 나타나 PCBs의 물리·화학적 특성과 관련성이 크게 나타났다(여현구, 2002).

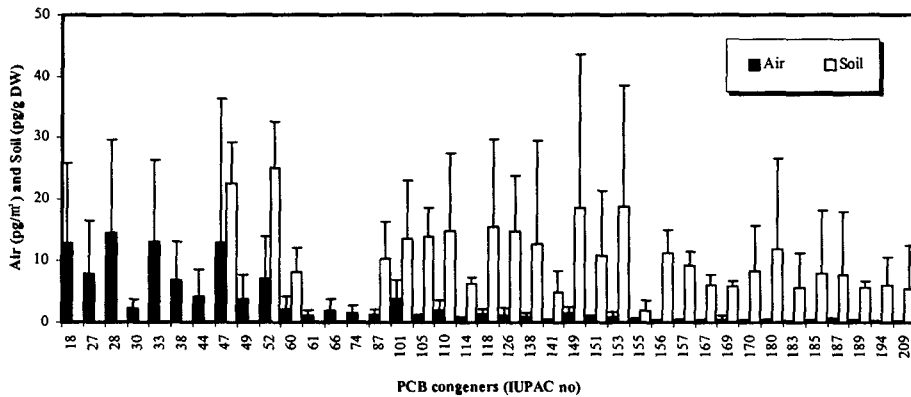


Fig. 2. Concentration distributions of PCB congeners in air and soil.

참고 문헌

여현구, 최민규, 천만영, 김태욱, 선우영(2002) 서울 대기 중 PCBs의 온도 의존성, 한국대기환경학회지, 18(3), 193-204.

Honrath, R. E., Sweet C. J. and Pluff C. J. (1997) Surface Exchange and Transport Process Governing Atmospheric PCB Levels over Lake Superior, Environ. Sci. Technol. 31, 842-852.