

## AD1) 입자상 PCBs (Polychlorinated Biphenyls)의 대기중 농도와 건식침적량의 공간적 분포 특성에 관한 연구 On the Spatial Distribution of the Ambient Concentrations and Deposition Rates of Particulate Polychlorinated Biphenyls in Korea

신혜정 · 김용표 · 이승목

이화여자대학교 환경학과

### 1. 서론

PCBs (Polychlorinated Biphenyls)와 같은 미량 환경독성물질은 그 독성으로 인하여 지난 수 십년간 환경 분야에서 중요한 연구분야가 되어왔으며 이에 대한 연구의 중요성이 최근의 내분비계 교란물질의 심각성으로 더욱 부각되고 있다. 특히 이 분야의 연구에서는 실제 측정을 통한 자료가 국내의 경우 분석과 측정의 어려움으로 인하여 거의 전무하며, 더욱이 PCBs의 공간적인 분포 특성에 관한 연구는 PCBs에 대한 연구가 앞서 진행된 외국의 사례에서도 거의 찾아볼 수 없다 (Yucel, 1997, 김승규, 1999).

본 연구에서는 대기-수체간의 PCBs 거동 특성과 공간적인 분포 특성을 실제 측정을 통하여 파악하기 위해 1999년 서울과 중부지방 6개 지역 (인천, 양평, 양수리, 화천, 충주, 덕적도)에서 PCBs의 입자상 농도와 건식 침적량을 측정하였다.

이 발표에서는 직접 측정된 입자상 PCBs의 건식 침적량과 측정된 PCBs의 입자상 농도를 통해 예측된 건식 침적량을 비교함으로써 PCBs의 건식 침적 기작을 설명하고, 우리 나라에서의 PCBs의 공간적 분포 특성에 대해서 알아보려고 한다.

### 2. 측정 및 분석

시료는 서울 도심, 인천 도심, 양평, 양수리, 화천, 충주와 배경농도 지역으로 예상되는 덕적도의 7개 지역에서 1999년 여름 (8/10~8/13)과 가을 (11/9~11/14)에 걸쳐서 2회 채취하였다.

PCBs의 건식 침적량은 그리스 대체 표면을 사용한 건식 침적판 (greased surface dry deposition plate)을 사용하여 시료당 3일간 연속 측정하였다. 대기 중 PCBs의 입자상 농도는 입자 크기별로 미세 입자 영역은 cascade impactor를 사용하여 측정하고 거대입자 영역은 CPRI (Coarse Particle Rotary Impactor)를 사용하여 측정하였다. cascade impactor를 이용해서는 낮 시간에 8시간 동안 시료를 채취하고 CPRI는 쉽게 과포집이 되기 때문에 2시간 정도만 채취를 하였다.

채취한 시료는 soxhlet extraction한 후에 KD농축기와 초고순도 질소 가스로 농축시켜 silicic acid, alumina, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 충전된 칼럼으로 크린업을 하고, 황산 처리를 거쳐 방해 물질을 제거한 후에 최종으로 hexane으로 용매 치환 후에 GC/ECD를 사용하여 분석하였다.

PCBs는 대기중에 극미량으로 존재하므로 정도관리 (QA/QC)에 많은 비중을 두었다. 검량선 표준 용액은 Aroclor 1016, 1242, 1254, 1260을 1:1:1:1로 혼합한 용액으로서 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 ppm을 사용하였으며, 대체 표준 물질은 4,4'-Dibromo Octafluoro Biphenyl (DBOBF), PCB 103, PCB 198을 사용하여 회수율을 계산하였다. 또한 내부 표준 물질로 Tetrachloro-m-zylene (TCMX)를 사용하여 상대 반응 계수를 계산하였다. 그리고 Standard Reference Material 1649a를 분석해봄으로써 실험 분석 방법의 정확성을 확인하고 Method Detection Limit값을 통해서 시료를 보정하였다(Yucel, 1997, 김승규, 1999).

### 3. 결과 및 고찰

7개 지역에서 건식 침적판으로 측정된 입자상 물질의 여름철 건식 침적량은 표 1에서 보듯이 인천, 서울, 양수리, 양평에서는 평균 173.93 (120.02~198.00) mg/m<sup>2</sup>/day 로 나타났고 화천, 충주, 덕적도에서는 배경농도 지역의 경우 평균 27.22 (12.15~35.22) mg/m<sup>2</sup>/day 로 나타났다. 입자상 PCBs의 건식 침적

량은 하계, 추계 시료에 대해서 평균 72.83 (18.11~130.80) ng/m<sup>2</sup>/day으로 나타났으며 입자상 물질의 침적과는 달리 양평, 화천에서는 높고 인천, 양수리, 충주, 덕적도가 낮게 나타났다.

Table 1. Dry deposition flux of particle mass measured on 7 sites during summer

Site	Dukjuk island	Inchon	Seoul	Yangsuri	Yangpyung	Hwachon	Chungju
Flux (mg/m <sup>2</sup> /day)	35.22	197.29	198.00	120.02	180.39	12.15	34.30

Table 2. Dry deposition flux of particles PCBs measured on 7 sites

Site		Dukjuk island	Inchon	Seoul	Yangsuri	Yangpyung	Hwachon	Chungju
Flux (ng/m <sup>2</sup> /day)	Summer	62.75	18.11	130.80	31.97	121.55	168.37	48.71
	Fall	-	62.20	16.69	67.15	-	-	-

그림 1은 cascade impactor와 CPRI를 이용하여 1999년 하계에 서울 도심에서 측정된 입경별 입자상 물질의 농도이다. 농도는 3산 분포 (trimodal)을 보이며, 그림 2에서 보여지는 바와 같이 10 μm 이상의 영역이 건식 침적량에 크게 기여하는 것을 알 수 있다.

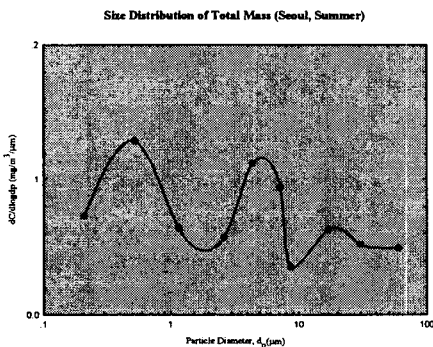


Fig. 1. Measured particle mass size distribution

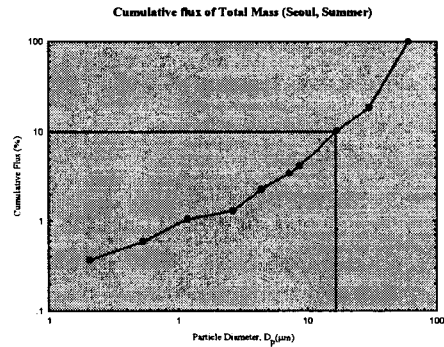


Fig. 2. Calculated particle dry deposition flux distribution

### 참고 문헌

- 김승규 (1999) 인천북항 생태계에서 PCBs의 환경 유동, 석사학위 논문, 서울대학교 환경대학원
- 박성숙 (2000) Characterization of Atmospheric Dry Deposition for Particulate PCBs, 석사학위 논문, 이화여자대학교 과학기술대학원
- Franz T.P., Steven J., Holsen T.M. (1998) Dry Deposition of Particle PCBs and PAHs to Lake Michigan, Environ. Sci. Technol., Vol.32, No.23, pp 3681-3688
- Lee W.J. (1991) The Determination of Dry Deposition Velocities for Ambient Gases and Particles, Illinois Institute of Technology, Chicago
- Holsen T.M. and Noll K.E. (1992) Dry Deposition of Atmospheric Particles: Application of Current Models to Ambient Data, Environ. Sci. Technol., 26, 1807-1815
- Yucel T. (1997) Modification an Evaluation of a Water Surface Sampler to Investigate the Dry Deposition and Air Water Exchange of PCBs, Ph.D. thesis, Illinois Institute of Technology, Chicago