

MA5) 서울 지역의 PAHs(Polycyclic aromatic hydrocarbons)의

건식 침적량 특성의 연구

A Study on the Characterization of Atmospheric Dry Deposition for Polycyclic aromatic hydrocarbons Measured in Seoul.

이 승 목·이 지 이·한 영 지·배 수 야·윤 희 정·정 장 표¹⁾·이 동 수²⁾
이화여자대학교 환경공학과, ¹⁾경성대학교 환경공학과, ²⁾서울대 환경 대학원.

1.서론

Polycyclic aromatic hydrocarbons(다환방향족 탄화수소류; 이하 PAHs)는 여러 가지 오염원에서 배출되어 환경계에서 이동하는 중요한 화합물질 그룹중의 하나이다. 대부분의 PAHs는 발암물질이라고 의심이 가는 물질로써 여러 가지 형태의 배열로 연결되어 있는 두개 혹은 그 이상의 방향족 고리로 구성되어 있다. PAHs의 대기에서의 침적은 가스상과 입자상 물질의 비나 눈에 의한 제거, 입자상 물질의 건식침적 및 가스상 물질의 대기-수체간 교환에 의하여 이루어진다. 1980년 중반부터 이와 같은 반휘발성 유기화합물(semivolatile organic compounds; 이하 SOCs)의 대기침적이 미국의 5대호에 큰 영향을 미치는 것으로 인식되어 오고 있다.

이에 본 연구에서는 이와 같은 SOCs 중의 하나인 PAHs의 건식 침적 특성을 파악하기 위하여 건식 침적판을 사용하여 입자상 PAHs의 건식 침적량을 측정하였고, 대기중 PAHs의 입경농도 분포는 cascade impactor와 CPRI를 사용하여 측정함으로써 입경 0.1~100 μm 사이의 입경 분포를 파악하였고 측정은 동시에 이루어졌다.

따라서 본 연구에서는 대기중 입자상 PAHs의 건식 침적량을 측정하고, 대기중 입자상 PAHs의 입경별 농도 분포 특성을 파악하며, 그래프에 의한 방법과 계산에 의한 방법을 사용하여 입자상 PAHs의 대표 건식침적 속도를 파악하며, 입자상 건식침적 속도를 추정하는 Sehmel-Hodgson model을 검증하여 그 적합성을 알아보고자 한다.

2.연구 내용 및 방법

2.1 시료 채취 장소 및 채취 기간

시료채취는 서울시 서대문구 대현동에 위치한 이화여대 아산공학관 옥상에 있는 3 m 높이의 단 위에서 이루어졌다. 아산공학관은 약 15 m 높이의 5층 건물로서 북쪽으로 안산을, 남쪽으로는 마포구를 바라보고 있다. 주변환경은 주거지역 및 상업지역의 혼합지역 형태이다. 시료채취기간은 1999년 4월부터 현재까지이며, 맑은 날 낮에 시료를 채취하였다.

2.2 측정 기기 및 분석 방법

대기중 PAHs의 건식 침적량은 그리스 표면 건식 침적판(greased surface dry deposition plate)을 사용하여 시료당 5일간 연속 측정하였다. 대기 중 PAHs의 입자상 농도는 입자 크기별로 미세입자 영역은 Cascade를 사용하였고 거대입자 영역은 CPRI(Coarse Particle Rotary Impactor)를 사용하요 측정하였다.

2.2.1 분석방법

채취한 시료를 Soxhlet Extraction한 후에 KD농축기와 초고순도 질소 가스로 농축시킨다.silicic acid, alumina, Na₂SO₄로 충전된 칼럼 clean-up과 황산 세척을 하고 최종으로 Hexane 용매 치환 후 GC/ECD를 사용하여 분석한다.

2.2.2 QA/QC

Calibration Standards는 분석 대상 물질인 16개 PAHs와 여섯 개의 deuterated PAHs를 포함한 용액을 0.02, 0.1, 0.2, 0.5, 1 ppm 사용하였다(Ultra Scientific : PAHs mixture PM-612). Surrogate internal Standard는 Naphthalene-d8, Acenaphthene-d10, Phenanthrene-d10, Chrysene-d12, Perylene-d12을 사용하였고, volumetric internal standard로는 pyrene-d10을 사용하여 분석과정의 회수율을 결정하였다. 그리고 SRM(Standard Reference Material) 1649a를 분석해봄으로써 실험 분석 방법의 정확성을 확인하고 MDL(Method Detection Limit)과 field blank값을 통해 시료를 보정하였다.

3.결과 및 고찰

서울시 대기중 총 입자상 PAHs의 농도는 90.38 ng/m^3 으로 미세 입자가 거대 입자에 비해 약 6배의 높은 값을 나타내었다(각각 77.37 ng/m^3 , 13.52 ng/m^3). 입경별 농도 분포를 측정한 결과 저분자량 화합물일수록 mode 2에 치우쳐져 있고 고분자량 화합물일수록 mode 1에 편중되어 있어, 고분자량 화합물이 상대적으로 저분자량 화합물에 비하여 입경 size가 작은 것으로 관측되었다. 총 PAHs의 입자상 건식 침적량은 $24.5 \pm 13.6 \text{ } \mu\text{g/m}^2/\text{day}$ 로 phenanthrene이 가장 높은 침적량을 나타내었으며, 각 compound별 건식 침적량은 다음 Graph로 나타내었다.

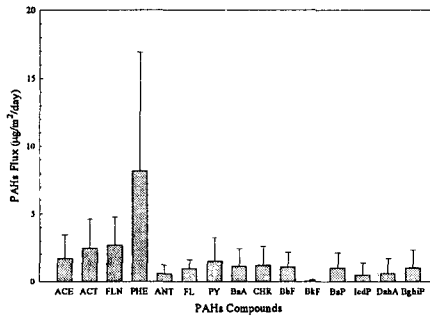


Figure 1. Dry Deposition Flux of Particulate PAHs Compounds

건식 침적 속도는 계산에 의한 방법에 의해서 $3.37 \pm 1.84 \text{ cm/sec}$, 그래프에 의한 방법에 의해서 $0.26 \pm 0.06 \text{ cm/sec}$ 로 추정되었다. Sehmel-Hogdson model에 의해 추정된 예측값에 대한 건식 침적량 측정값의 비는 평균 0.86이었다. 예측된 건식 침적량은 거대 입자의 빠른 건식 침적 속도 때문에 거대 입자의 농도 분포에 민감하게 변화하며, 상대적으로 미세 입자의 농도에는 크게 영향을 받지 않았다.

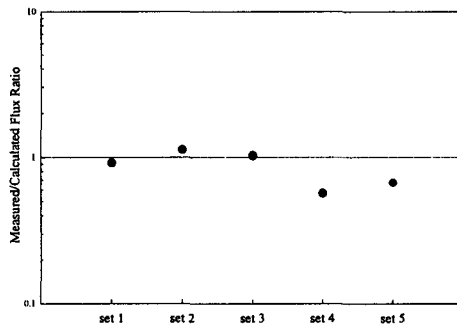


Figure 2. Comparison between Measured and Calculated Flux

참고문헌

- Bidleman T.F., Brice K.A., Burniston D.A., Cussion S., Gatz D.F., Harlin K. and Schroeder W.H.(1996). Atmospheric Deposition of Toxic Chemicals to the Great Lakes: A Review of Data Through 1994. *Atmospheric Environment*, 30, 3505-3527.
- 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.
- Khalili N.R. (1992). *Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Chicago: Characteristics and Receptor Modeling*, Ph.D. diss. Pritzker Department of Environmental Engineering, Illinois Institute of Technology, Chicago.
- 이은영. (1999). 서울시 입자상 물질의 건식침적량 특성에 관한 연구. 석사학위 논문, 이화여자대학교, 생물과학과
- 임운혁. (1998). 마산만 내 다환방향족탄화수소 오염. 석사학위 논문, 서울대학교 대학원, 해양학과.
- 한영지. (2000). 입자상 다환방향족 탄화수소(PAHs)의 건식침적량 특성에 관한 연구.