

3A2) 서울시의 대기 중 총 수은의 계절별 변화 및 습식 침적량 특성에 관한 연구

The Seasonal Variations and Characteristics of Atmospheric Wet Deposition of Total Mercury (TM) in Seoul, Korea

서용석 · 허종배 · 김승희 · 김현선 · 조경덕 · 이승묵
서울대학교 보건대학원 환경보건학과

1. 서 론

수은은 생태계에 축적되어 인간의 건강에 악영향을 미친다는 특성 때문에 수중 생태계에서도 상당한 관심을 불러일으키고 있는 오염물질 중의 하나이다. 특히 대기는 환경 중에 있는 수은의 순환에서 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀져 왔으며(Lindberg et al., 1991) Great Lakes 지역에 대한 연구에서는 자연 수에 수은이 유입되는 주요 경로가 대기의 습식침적이라고 결론 내렸다(Keeler et al., 1994).

미국 EPA는 1994년 7월에서 1995년 10월까지 이루어진 Lake Michigan Mass Balance Study (LMMBS)의 한 부분으로 수은을 조사항목으로 지정하여 Lake Michigan에서 분석되는 수은의 대기 침적에 대한 기여도를 평가하고자 하였으며 이를 통해 습식침적(wet deposition)에 의한 대기 중의 수은 농도를 정량화함으로써 강수(precipitation)의 중요성을 밝히고자 하였다. 하지만 국내에서는 수은에 관한 국제적인 규제의 움직임이 일고 있는 것을 인식하고 이에 대한 연구가 시급하다는 것을 공감하고 있으나, 기존의 연구가 대기 중의 총 가스상 수은(Total Gaseous Mercury, TGM)의 농도에 관한 연구 등 단편적인 연구만 이루어져 왔을 뿐 습식침적에 대한 연구는 없는 실정이다.

본 연구에서는 비나 눈이 오는 특정한 날의 총 수은 (Total Mercury, TM) 측정을 위한 습식침적 시료 채취를 하여 서울시 대기 중 총 수은의 계절적인 변화를 살펴보고 이의 습식 침적량 특성에 대해 알아보고자 한다.

2. 실험 방법

2005년 3월부터 2006년 2월까지 서울대학교 보건대학원 6층 옥상에서 총 수은측정을 위한 습식침적 시료의 채취가 이루어지고 있다. MIC-B precipitation collector를 이용하여 시료채취를 하게 되며, 시료 준비에 대한 세부사항은 Lake Michigan Mass Balance Methods Compendium 내에 있는 Standard Operation Procedure for Sampling of Mercury in Precipitation을 따르고 있다(Gerald J. Keeler et al., 1994). 채취한 시료는 CVAFS (Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry) 기법을 사용하는 Tekran Inc.의 Series 2600을 이용하여 분석하였으며 모든 분석절차는 Class 100 Clean Room에서 실시하였고 purging 및 분석에 이용되는 아르곤 가스는 Ultra High Purity 등급을 사용하였다. 수은 분석에 대한 세부사항은 Lake Michigan Mass Balance Methods Compendium 내에 있는 Standard Operation Procedure for Analysis of Mercury in Precipitation을 따르고 있다(Gerald J. Keeler et al., 1994).

3. 결과 및 고찰

본 연구 기간 동안 습식침적에 의한 서울시 대기 중 총 수은의 volume-weighted concentration의 범위는 0.36~22.01 ng L⁻¹ 이었고 평균 농도는 9.08 ± 6.60 ng L⁻¹ 이었으며, 누적 flux는 7.79 μg m⁻² 이었다.

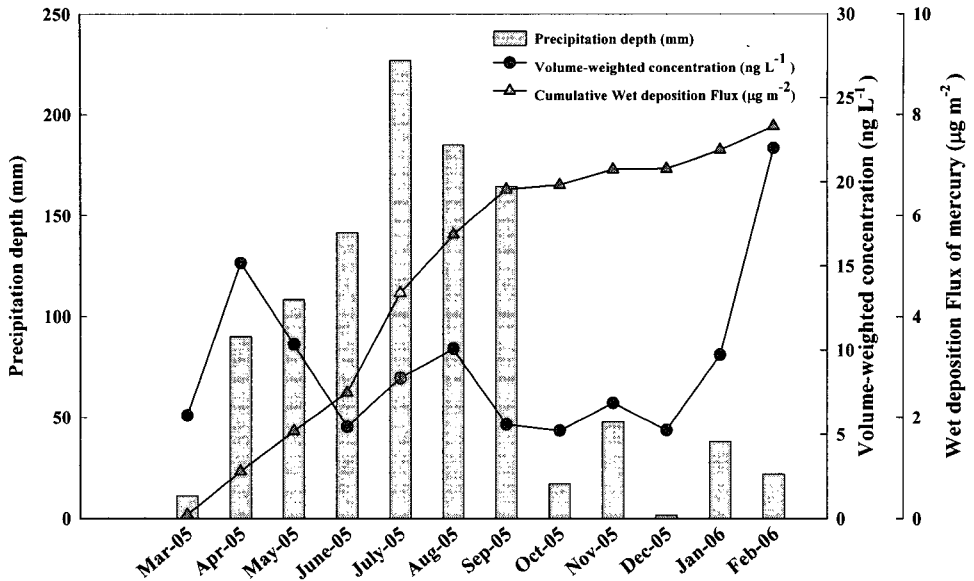


Fig. 1. Monthly Concentration and Cumulative Wet deposition Flux of Mercury.

그림 1에서 보는 바와 같이, 총 수은의 평균 volume-weighted concentration은 2006년 2월이 22.01 ng L⁻¹로 가장 높았고, 이를 계절별로 살펴보았을 때 겨울 > 봄 > 여름 > 가을 순으로 나타났다. 누적 flux의 경우 2005년 4월에서 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 flux 산출시 주요 인자인 빗물 양과 총 수은 농도가 3월에 비하여 상당히 높아 이에 따라 누적 flux도 증가하였기 때문인 것으로 보인다. 계절별로 살펴보았을 때, 누적 flux는 총 수은의 volume-weighted concentration과는 달리 여름 > 봄 > 가을 > 겨울 순으로 나타났다. 이는 봄철에 비하여 여름철의 총 수은 농도가 낮기는 하나, 빗물의 양이 상대적으로 훨씬 많았기 때문인 것으로 보인다.

향후 이러한 자료의 축적 후 모델링을 통하여 수은의 순환과정을 효과적으로 이해하고 오염원과 이후에 발생하는 수중 생태계의 침적 간의 관계를 규명하여 인간 건강의 영향을 최소화 하는 방안도 마련할 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 한국과학재단의 '수은의 대기-수체 간 거동 평가 연구 (과제번호: R01-2004-000-10890-0)'로 지원된 연구이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Lindberg, S., Turner, R., Meyers, T., Taylor, G., Jr., Schroeder, W. *Water Air Soil Pollut.* 1991, 56, 577.

Keeler, G. J., Hoyer, M. E., Lamborg, C. H. *Mercury Pollution: Integration and Synthesis*; Watras, C. J., Huckabee, J. W., Eds.; Lewis Publishers: Boca Raton, FL, 1994; pp 231-241.

Gerald J. Keeler, Matthew S. Landis, Standard Operation Procedure for Sampling of Mercury in Precipitation, 1994.

Gerald J. Keeler, Matthew S. Landis, Standard Operation Procedure for Analysis of Mercury in Precipitation, 1994.