

## 4B1) 서울시 대기 중 수은 종(TGM, RGM, Hg<sub>p</sub>)의 농도와 오염원 위치 파악

### Concentrations of Atmospheric Mercury Speciation (TGM, RGM and Hg<sub>p</sub>) and Identifications of Source in Seoul, Korea

김승희 · 허중배 · 서용석 · 김현선 · 양은경 · 이승묵

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

#### 1. 서 론

수은은 EPA에서 지정한 독성 물질로 지금 세계적으로 가장 활발히 연구되고 있는 오염물질 중의 하나이다. 그 이유는 수은이 생태계에 축적되어 인간 건강에 커다란 악영향을 미치는 신경계통의 독성물질이기 때문이다. 대기 중 수은은 직접적으로 인간 건강에 큰 위해가 될 가능성은 적으나 활성 가스상 수은(Reactive Gaseous Mercury, RGM)은 침적한 후 수체로 유입되면서 메틸수은으로 변화하여 생물 농축을 일으켜 인간 건강에 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다(U. S. EPA 1997). 이러한 수은의 심각성으로 인해 국외에서는 많은 연구들이 수행되고 있으며, 이를 통해 대기는 환경 중에 있는 수은의 순환에서 중요한 역할을 하고, 수은의 거동을 파악하기 위해서 수은 종에 대한 측정과 모델링이 필요하다고 보고되고 있다(Poissant et al., 2005). 하지만 국내에서는 수은에 대한 연구가 시급하다는 것을 공감하고 있으나 몇몇 연구진들에 의해서만 연구가 이루어졌고, 이들 연구도 총 가스상 수은(Total Gaseous Mercury, TGM) 농도에 관한 연구 등의 단편적인 연구만이 이루어지고 있다. 특히, 수은의 순환을 이해하는데 중요한 수은의 다양한 종에 관한 연구는 전혀 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 서울지역에서 수은 종을 측정하여 대기 중 수은 종의 분포 특성을 파악하고 수용원 모델을 통해 수은의 오염원 가능 지점을 파악하여 배출 원과 수용원간의 관계를 살펴보고자 한다.

#### 2. 연구 방법

2004년 1월부터 서울시 종로구에 위치한 서울대학교 보건대학원 6층 옥상(지상 17 m)에서 TGM, RGM 및 입자상 수은(Particulate Mercury, Hg<sub>p</sub>)에 대한 시료채취가 이루어지고 있다.

TGM은 2004년 1월부터 2005년 7월까지 3일에 1번씩 24시간 동안 총 147개의 시료를 gold sand trap sampler를 이용하여 채취하였고, Brooks Rand Ltd.의 Model III (Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry, CVAFS)로 분석하였다. 또한 2005년 2월부터 10월까지 Tekran Inc.의 Model 2537A를 이용하여 총 133개의 시료를 채취 및 분석하였다. RGM과 Hg<sub>p</sub>는 2005년 6월부터 2005년 10월까지 URG사의 denuder를 이용하여 24개의 시료를 24시간 동안 시료를 채취하여 분석하였다. 시료 채취 및 분석에 대한 세부사항은 Lake Michigan Mass Balance Methods Compendium 내에 있는 Standard Operation Procedure for Analysis of Vapor Phase Mercury를 따르고 있다(Keeler et al., 1994).

#### 3. 결과 및 고찰

TGM, RGM, Hg<sub>p</sub>의 평균 농도는 3.12±1.12 ng/m<sup>3</sup> (Brooks Rand Model III), 2.95±2.2 ng/m<sup>3</sup> (Tekran 2537A), 22.58±8.65 pg/m<sup>3</sup>, 16.06±8.04 pg/m<sup>3</sup>이었다.

Han et al. (2004)에 의하면 RGM은 TGM의 5% 미만을 차지한다고 보고하였으며 본 연구에서는 0.3-1.6%의 비율을 차지하고 있다. TGM의 농도는 밤 시간대가, RGM과 Hg<sub>p</sub>의 농도는 낮 시간대가 더 높은 농도를 보였다. 2004년 1월부터 2005년 4월까지 채취한 TGM 시료로 Potential Source Contribution Function (PSCF) (그림 3)과 Residence Time Weighted Concentration (RTWC)(그림 4)으로 오염 가능 지점을 파악해 보았다. Hot spot을 나타내는 지역은 Shanghai, Hangzhou, Zhuzhou,

Xiangtan 등 이었고, 주요 공정이 시멘트, 화학공장, 철강 등인 중국의 대규모 산업 지대, 러시아의 산업 지대와 바다가 유력한 수은의 오염원 가능 지점으로 나타났다.

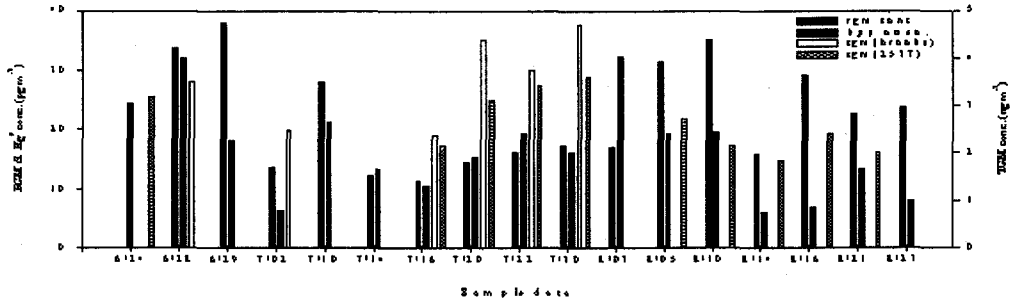


Fig. 1. Concentrations of TGM, RGM and Hg<sub>p</sub>

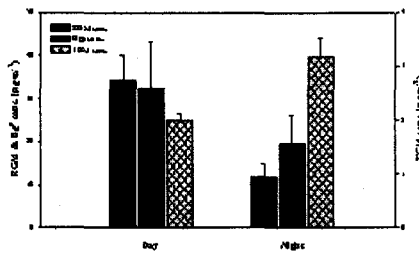


Fig. 2. Variations of day and night

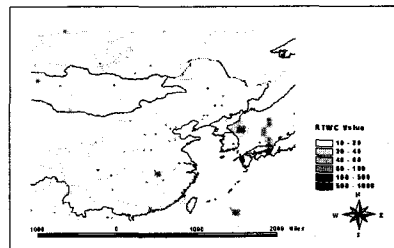
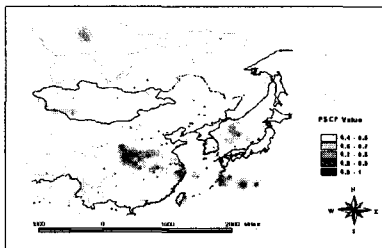


Fig. 3. Likely source areas of TGM using PSCF      Fig. 4. Likely source areas of TGM using RTWC

### 사 사

본 연구는 한국 과학 재단(수은의 대기-수체 간 거동 평가 연구, 과제 번호 R01-2004-10890-0) 지원 사업의 일환으로 수행 되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

U. S. EPA., 1997. Mercury Study Report to Congress, Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, EPA-452/R-97-005  
 Keeler G. J. and Landis M. S., 1994. Standard Operating Procedure for Analysis of Vapor Phase

Mercury, University of Michigan Air Quality Laboratory.

Poissant, L., Pilote M., Beauvais C., Constant, P., Zhang, H., 2005. A year of continuous measurements of three atmospheric mercury species (GEM, RGM and Hgp) in southern Quebec, Canada. *Atmospheric Environment*. 39, 1275-1287.

Han Y., Holsen T.M., Lai S.O., Hopke P.K., Yi S.M., Liu W., Pagano J., Falanga L., Milligan M., Andolina Chris., 2004. Atmospheric gaseous mercury concentrations in New York State: relationships with meteorological data and other pollutants. *Atmospheric Environment* 38, 6431-6446.