

4A1) 안동호 주변지역의 대기 중 수은 종별 농도 분포 특성

Characteristics of the Concentration Distribution of Atmospheric Mercury Species(TGM, RGM, and Hgp) at An-dong Lake, Korea

이민도 · 김수연 · 김소영 · 임용재 · 서석준 · 송형도 · 김정수 · 이석조
국립환경과학원 기후대기연구부 대기환경연구과

1. 서 론

수은은 다른 중금속과 달리 배출된 후에도 침적(Deposition) 및 배출(Emission)의 순환과정을 통해 인체 및 생체에 악영향을 끼치는 특성을 가지고 있다. 수은은 환경 매체 내에서 가스상 수은(Elemental mercury; Hg^0), 산화수은(Reactive gaseous mercury; RGM, Hg^{2+}), 입자상 수은(Particulate mercury; Hg_p) 3가지 형태로 존재하며, 전체 수은의 대부분을 차지하고 있는 가스상 수은은 낮은 용해성과 비활성으로 인하여 대기 중의 체류기간이 약 1년 정도로 폭넓은 분포에 따른 장거리 이동이 가능하다(Schroeder and Munthe, 1997). 한편, 대기 중에서 차지하는 산화수은의 농도는 가스상 수은에 비해 매우 낮지만 높은 건식침적속도($1\sim 5cm/sec$)와 짧은 체류시간을 가지기 때문에 지역적인 규모에 대한 침적량의 기여도가 높다(Landis and Keeler, 2002).

본 연구에서는, 안동호 주변지역의 5개 지점을 선정하여 대기 중에 존재하는 3가지 수은 종(총 가스상 수은(Total gaseous mercury; TGM), 입자상 수은(Hg_p), 산화수은(RGM))의 농도를 측정하여 종별 농도 분포에 따른 거동특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

안동호 주변지역의 농도 분포 특성을 파악하기 위하여 안동호를 중심으로 5개 지점을 선정하였다. 측정 항목은 총 가스상 수은(TGM)과 입자상 수은(Hg_p), 산화수은(RGM)으로 하였고, 측정기간은 2009년 5월 15일부터 20일까지 5일간 측정하였다. 안동호의 위치조건으로 중간지점인 예안면을 중심지점으로 선정하였고, 거리별 격자구획을 통하여 나머지 4개 지점을 선정하였다.

중심지점인 예안면 지점에서는 자동연속채취 측정장비(Model 2537A, Tekran)와 냉증기 원자형광광도법(Cold vapor atomic fluorescence spectrometer; CVAFS) 검출기를 이용하여 24시간 연속 5일 동안 총 가스상 수은(5분 간격), 입자상 수은(1시간 간격) 그리고 산화수은(1시간 간격)을 실시간 자동연속측정·분석하였다.



Fig. 1. Mercury measurement system of Auto-sampler(left) and manual-sampler(right).

나머지 4개 지점에서는 총 가스상 수은을 채취하기 위해 금 아말감 튜브(gold amalgam tube)를 사용하였고, 산화수은 측정을 위해 KCl이 코팅된 Denuder를 사용하였다. 또한 입자상 수은을 채취하기 위해

Quartz fiber filter를 후단에 연결하였다. 시료채취는 5일간(1회 24시간) 총 5회 채취하였다. 채취된 시료는 Tube Furnaces(Lindberg/Blue M, Thermo)를 이용해 열탈착하여 CVAFS로 분석하였다. 그림 1에는 예안면의 자동연속측정장치(좌)와 다른 4개 지점의 시료채취장치(우)를 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

전체지점의 평균농도 범위는 총 가스상 수은 $1.87\sim 3.33\text{ng/m}^3$, 산화수은 $1.95\sim 3.96\text{pg/m}^3$, 입자상 수은 $3.32\sim 9.60\text{pg/m}^3$ 으로 나타났다. 춘양면(3.33 ng/m^3)지점의 총 가스상 수은은 청기면(1.87ng/m^3)보다 약 43% 높은 값을 보였고 지구적 배경농도인 $1.5\sim 1.8\text{ng/m}^3$ (Landis et al., 2004)보다 약 2배 정도 높은 값으로 나타났다. 또한 산화수은과 입자상 수은의 평균농도는 각각 $1.95\sim 3.96\text{pg/m}^3$, $3.32\sim 9.60\text{pg/m}^3$ 으로 총 가스상 수은 농도의 0.1~0.3% 정도이며, 주암호(산화수은: 23.56pg/m^3 , 입자상수은: 16.6pg/m^3 , 김승희(2006))지역보다 상당히 낮은 농도를 보이고 있다.

Table 1. Concentrations of TGM, RGM and Hg_p.

Mercury Sampling sites	TGM(ng/m^3)		RGM(pg/m^3)		Hg _p (pg/m^3)	
	mean	max	mean	max	mean	max
안동시 예안면(중심지점)	2.92	4.48	2.88	5.38	3.32	4.79
봉화군 춘양면	3.33	5.36	2.76	4.44	6.83	10.07
봉화군 재산면	2.88	3.72	3.96	8.15	8.01	12.79
안동시 북후면	1.99	2.58	1.95	4.09	9.60	9.87
영양군 청기면	1.87	2.26	2.83	6.37	6.64	11.96

24시간 연속 측정된 예안면의 수은농도를 시계열로 나타내었다(그림 2). 총 가스상 수은, 입자상 수은 그리고 산화수은의 농도변화경향은 비슷한 패턴을 보였다. 시간대별 특징으로는 정오 시간대에 농도가 낮아지는 특성이 나타났다.

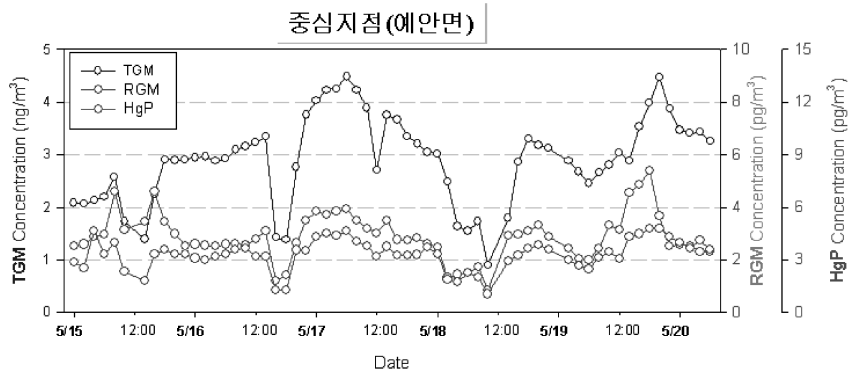


Fig. 2. Time series of TGM, RGM and Hg_p concentrations.

참 고 문 헌

- Landis, M. and G. Keeler (2002) Atmospheric mercury deposition to Lake Michigan during the Lake Michigan Mass Balance Study, Environ. Sci. Technol., 31, 4518-4524.
- Schroeder, W.H. and J. Munthe (1998) Atmospheric mercury-An overview, Atmos. Environ., 32, 809-822.