

3A4) 원주지역에서의 대기 중 수은 농도 분포특성

Distribution Characteristics of Mercury Concentration at Urban Air in Wonju City

박규식 · 이상철 · 이주형 · 서용철
 연세대학교 환경공학과

1. 서 론

자연 및 인위적 배출원에서 대기 중으로 배출되는 수은은 원자수은과 산화수은의 형태로 존재하며 이중 산화수은의 경우 대기 중에서 수일 미만의 짧은 체류시간을 가지고 있으나, 원소수은의 경우에는 6개월에서 2년 정도 대기 중에서 장기간 체류할 수 있어 발생지역내에서 부유하거나 광범위한 지역으로 이동될 수 있다. 산화수은은 휘발성이 적고, 물에 용해되기 때문에 지표 또는 수면으로 건식 또는 습식 침적을 하게 되고 원소수은은 대기 중 오존, 자외선 등에 의해 산화되어 침적하게 된다. 이러한 수은의 화학적 특성으로 인하여 일정 지역 안에서 확산 등에 의한 수은의 이동이 일어나지 않을 경우 자동차 등 수은 배출원에서 발생된 수은화합물이 지역 내 존재할 수 있다. 이에 따라 원주지역 내에서 상업지역, 주거지역, 공업지역의 지역별 특성에 따른 수은 농도의 변화와 풍향, 풍속 등 기상자료에 따른 수은의 변화특성을 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

원주지역 내 수은화합물 농도를 지역별, 시간, 온도에 따른 변화추이를 알아보하고자 러시아 LUMEX가 제작한 실시간 수은 자동측정기 Mercury Analyzer RA-915+를 이용하였다. 분석 장비는 Zeeman atomic absorption spectrometry using high frequency modulation of light polarization(ZZAS-HFM)의 원리를 이용 하여 일반 대기 중 공기를 분당 20 l/min으로 흡입하여 $\lambda=254$ nm의 광원을 통해 초(sec) 단위로 측정되어 수은 농도가 그래프와 함께 컴퓨터에 입력되어지는 시스템을 이루고 있으며, 기기의 검출한계는 $2\text{ng}/\text{m}^3$ (검출한계 $\pm 20\%$)이고 증기상태의 표준 시료가 없기 때문에 측정 장비의 정확도를 산출하기 위해 NIST SRM 1632c를 표준시료로 하였다. 그 결과 정확도는 3.6% ~ 5.4% 대로 나타났다.

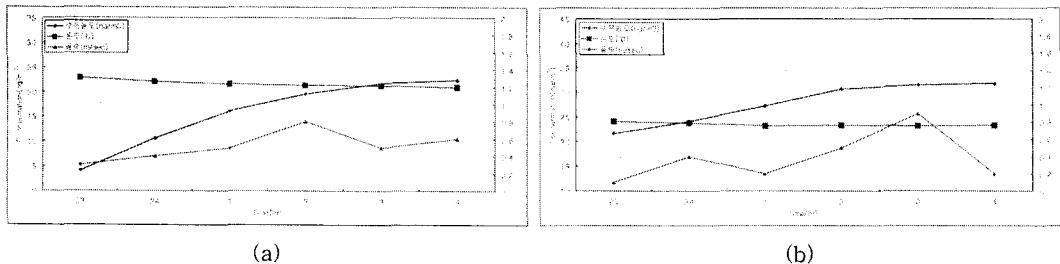


Fig. 1. (a) Comparison of Mercury and Weather concentration (a) '05.8.30 data and (b) '05.8.31 data

3. 결과 및 고찰

3.1 원주 내 기상조건 변화와 수은 농도의 상관관계

그림 1은 원주 내 상업지역 건물 옥상에서 자동차 통행량이 적은 밤 시간 동안 측정되어진 수은 농도의 변화를 나타내고 있다. 측정지점은 상가와 건물이 밀접한 상업지역으로 북서쪽 2km지점에는 2차선 도로 사거리가 있으며, 남동쪽으로는 주거지와 관공서 건물이 있다. 그림 1의 (a)와 (b)에서 외기 온도는

점차 낮아지고 있으며 풍속도 0.1 ~ 0.9m/s로 변화의 폭이 적으나 수은농도는 점차 증가되는 경향을 보이고 있다. 특히 (a) 측정 자료는 수은농도가 5ng/m³에서 최대 20ng/m³ 까지 증가하였으나 (b) 측정 자료의 경우 20ng/m³에서 35ng/m³ 까지 높아지고 있다.

이번 측정결과를 토대로는 온도와 풍속은 밤 시간대에 수은 농도의 변화에 영향을 주는 요인으로 보기 어려운 것으로 판단되어 진다. 그러나 수은 측정 시간대의 풍향을 살펴보면, 그림 1 (a) 측정 시간에는 주로 서북풍의 바람이 불고 그림 1 (b) 측정 시간에는 동북풍의 바람이 불었다. 도로변지역에서 불어오는 동북풍이 부는 (b)의 경우에서 상대적으로 수은농도가 높게 나타나 수은 농도는 측정 시간 때의 풍향과 관계가 있는 것으로 추정된다. 즉 측정 시간 전 풍향 자료를 검토한 결과 그림 1 (a)의 경우에는 도로변의 반대지점의 풍향이 지배적이며 그림 1 (b)의 경우 도로변 쪽으로부터의 풍향이 지배적으로 나타나 도로변 쪽에서 바람이 불어올 때 수은농도가 높아지는 것으로 관찰되어 졌다.

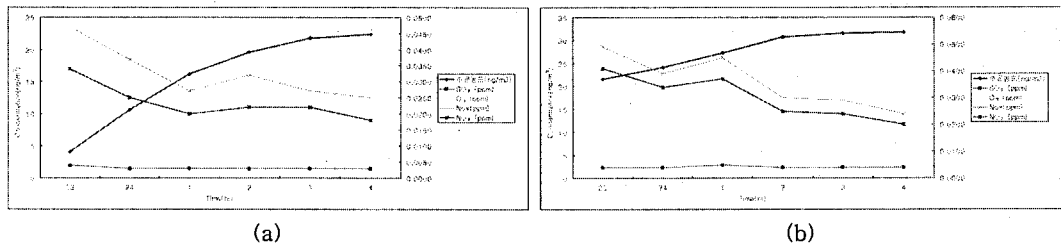


Fig. 2. (a) Comparison of air pollutant and Mercury concentration (a) '05.8.30 and (b) '05.8.31 data

3.2 원주 내 가스상 오염물질 변화와 수은 농도의 상관관계

그림 2는 시간에 따른 수은농도와 대기 자동 측정소에서 측정된 질소산화물, 오존 등 가스상 오염물질과의 변화 경향을 파악하고자 하였다. 3.1 에서 설명하였듯이 도로변에서 불어오는 바람에 따라 수은 농도와 일반 가스상 오염물질의 변화경향을 추론해 보고자 하였다.

그림 2 (a)와 그림 2 (b)의 경우 자동차에서 배출되는 주 오염물질인 NO_x 농도가 줄어들면서 수은의 농도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 즉 (a)의 경우 수은 농도가 높아지는 01시 이전에 NO_x 농도가 현저히 감소하고 있었으나 (b)의 경우 NO_x 농도가 새벽 1시 이후까지 시간당 30ppb 이상을 기록하고 있었으며 이에 따라 (b)의 경우 (a)보다 수은 농도가 4배 이상 높게 나타나 차량통행으로 인해 배출되는 배기 가스 중에 수은화합물이 다량 함유되어 있다는 것으로 추론된다.

Table 1. Mercury concentration at various sampling point

classification	Concentration (ng/m ³)	Sampling time range	Sampling time
학교 실험실	23 (2 ~ 61)	10:00 ~ 18:00	8 hr
학교 사무실	34 (2 ~ 66)	14:00 ~ 10:00	20 hr
학교 건물옥상	4 (2 ~ 12)	14:00 ~ 19:00	5 hr
소각장	11 (2 ~ 139)	14:00 ~ 20:00	6 hr

3.3 다양한 측정 지점에서의 수은농도

학교 내 3개의 지점에서 수은을 측정한 결과 실험실과 사무실의 경우 평균 농도가 23ng/m³, 34ng/m³ 을 나타냈다. 실험실의 경우 화학약품의 사용과 적절한 환기의 부재로 인해, 사무실 또한 환기의 부재로 인해 수은이 축적 되었다고 생각되어 지며 그에 반하여 학교 건물 옥상의 수은농도는 4ng/m³으로 문헌에 나타나 있는 배경농도와 비슷한 수치를 보였다. 소각장의 경우 농도 범위가 평균농도가 11ng/m³으로 많이 높지는 않으나 이는 측정시간이 짧아(6시간) 평균자료로 보기는 어려우나 최고 139ng/m³으로 다른

곳보다 높게 나타났다.

참 고 문 헌

- 이성준 (2003) 「연소 배기가스 중 수은화합물의 화학종 분포특성 및 흡착 메커니즘에 관한 연구」 연세대학교 대학원 박사학위논문
- L. Levin (2004) Atmospheric mercury research update, Final report
- 김기현, 김민영 (2003) 서울시 대기 중 수은농도의 장기변동 특성 1997~2002, 한국대기환경학회지, 제19권, 제2호, 179~189