

## 환경화학-2      울산 대기중 중금속 분포특성

문지용\*, 김영복, 이지영, 정기호  
부산대학교 화학과

### 1. 서론

미량 중금속의 방출은 여러 경로를 통해서 일어난다. 자연발생적으로는 바람에 날리는 먼지, 화산의 폭발이나 용암의 분출, 삼림 화재, 해양 염분의 방출이나 식물 등에서 발생되기도 한다. 하지만 자연적인 발생원보다는 발전소나 산업 공장에서의 석탄과 석유의 연소, 비철금속 제련소에서의 원광의 제련, 철주조 폐기물 소각, 시멘트 공장에서의 가마 등과 같은 여러 가지의 고온 공정들에 의한 인위적인 발생원이 지역적인 환경문제에 더 큰 영향을 미친다.

특히, 울산공단은 1962년부터 개발된 미포 공단과 1968년부터 개발된 석유화학공단으로 출발하였으나, 온산공단에 비철금속 관련 업종이 집중적으로 가동됨으로써 중금속의 오염이 문제시되고 있다. 환경부는 울산·미포 공업단지와 온산 국가공업단지를 특별 대책 지역으로 선정하여 설치된 배출시설에 대하여 엄격한 배출허용기준을 적용하고 있다.

현재 대기 자동 측정망에 의한 울산지역 중금속 오염도는 공업지역의 여천동과 주거 지역인 야음동 2곳에서의 자료를 토대로 산출되고 있다.

본 연구에서는 울산지역의 기준대기 측정망 자료와 더불어 미포 공업단지(남목 2동), 온산 공업단지, 그리고 상업지역(중구 옥교동)에서의 대기 중 유해 중금속 7종(납, 카드뮴, 비소, 아연, 구리, 니켈, 크롬)에 대한 오염도 실태조사를 실시하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

미세 먼지의 채취는 High Volume Air Sampler(Kimoto Electric Co.)를 이용하여 여과지에 포집하였으며, 유속 1.3 m<sup>3</sup>/min으로 공기를 흡인하여 24시간 동안 채취하였다. 여과지(Whatman 8" X 10")는 온도 20±2℃, 상대습도 50±10%로 조절된 데시케이터(Auto Desicator, SK-CO15A, 삼광)에서 항량이 될 때까지 보관하였다가 분석용 저울(A200S, Sartorius)을 사용하여 0.1 mg까지 정확히 칭량한 후 사용하였다. 시료를 채취한 여과지는 건조시켜 평량하고 무게를 잰 후 시료 분석 전까지 데시케이터에서 보관하였다.

데시케이터에서 보관한 여과지를 적당한 크기로 잘라서 세척한 마이크로파 용기에 넣고 65% 질산(HNO<sub>3</sub>) 4 ml와 96% 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1 ml를 가한 후 250 W에서 6분, 450 W에서 6분, 600W에서 6분, 450W에서 6분 가열한다. 가열이 완료되면 방냉시키고 산분해액을 직경 47mm의 막 여지(membrane filter)를 이용하여 여과시키고 일정량의 용량 플라스크에 시료를 옮긴 후 5% 질산으로 채워 유도결합 플라즈마 질량분석기(Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, ICP-MS: Hewlett-Packard 4500)를 사용하여 중금속 성분을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 미세 먼지 농도

시료채취 지점에서의 미세 먼지 평균 농도는 옥교동 38.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 남목 2동 36.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 그리고 온산 35.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유사한 값을 나타내었으며, 시료채취 시기별 변화 추이도 세 지점에서 거의 유사한 것으로 나타났다. 대조 지점인 배내골에서의 미세 먼지 농도는 12.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났는데 이는 울산에 비해 약  $\frac{1}{3}$  정도이다. 총 16회 시료채취 결과 4, 7, 그리고 9차 시료에서 평균의 약 2배에 가까운 농도를 보였는데 우리나라 대기환경기준치 (24시간 평균 1500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 연평균 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다 훨씬 낮은 수준이었다.

#### 3.2 중금속 농도

조사기간 중의 대기 중 중금속의 평균 농도(표 1 참조)를 살펴보면 각 중금속의 평균 농도는 Pb 0.0274, Cd 0.0016, Cr 0.0095, Cu 0.0396, Ni 0.0084, Zn 0.1363, 그리고 As 0.0070  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. Pb, Cu, 그리고 Zn의 측정값이 다른 중금속보다 높게 나타났으며, Cd와 As는 비교적 낮은 농도를 나타내었다.

표 1. 조사지점(옥교동, 남목 2동, 온산)에서의 중금속 평균 농도

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

중금속	평균±표준편차	최대	최소
Pb	0.0274±0.0178	0.0730	0.0010
Cd	0.0016±0.0013	0.0052	ND
Cr	0.0095±0.0125	0.0617	ND
Cu	0.0396±0.0412	0.1590	0.0029
Ni	0.0084±0.0078	0.0383	ND
Zn	0.1363±0.1182	0.4283	0.0038
As	0.0070±0.0047	0.0241	0.0014

\* ND : Non detected

#### 참고문헌

국립환경연구원, 1999, 환경자료집(제2집), 1-61

국립환경연구원, 2000, 대기환경연보(1999), 10-24

환경부, 2001, 환경백서 2000, 241-266

손동현외, 1993, ICP법에 의한 도시 대기중 중금속 농도측정: 중앙대학교를 중심으로, 한국대기보전학회지, 9, 3, 222-229

정용외, 1987, 도시 대기중 중금속에 관한 연구: 서울시 신촌지역을 중심으로, 한국대기보전학회지, 3, 2, 18-26