

## PB12) 2005-2007년 대구지역 대기 중 중금속의 시·공간적·일기유형별 특성 평가

### Characteristics of Heavy Metals in the Ambient TSP in Daegu during 2005-2007 - The Comparison by Time, Area and Weather Condition

황윤정 · 강동훈 · 이순진 · 손태정 · 권택규 · 한정욱 · 박희욱 · 장성환  
대구광역시보건환경연구원

#### 1. 서 론

대기 중의 부유분진은 중금속, 유기화합물, 각종 무기성 이온류 등을 흡착·함유하고 있어 환경보건학적으로 매우 중요한 의미를 지닌다. 부유분진의 발생원으로는 토사의 재비산, 해염입자 등의 자연적 발생원과 연료 및 폐기물 연소 등과 같은 인간활동에 의한 인위적인 발생원으로 분류할 수 있다. 이러한 부유분진에 함유되어 있는 납, 카드뮴, 니켈 등의 미량유해 중금속은 호흡기질환, 신경계통 및 면역시스템과 내분비계 장애를 유발한다. 따라서 본 연구에서는 지난 3년간(2005~2007년) 대구지역의 대기 중 중금속 오염도 분포특성을 평가하고, 특히 박무, 연무현상과 같은 특정 일기현상이 있었던 날의 자료를 비교·분석하여 그 특성을 평가하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 주거지역(대명동, 지산동), 상업지역(수창동), 공업지역(이현동)의 4개 지점에서 2005년 1월부터 2007년 12월까지 매월 5일간 24시간 동안 시료를 채취하였다. 총부유먼지(Total Suspended Particulate, 이하 TSP)는 High Volume Air Sampler(Thermo Anderson, GS2313)와 유리섬유여지(20.3×25.4cm, Whatman)를 이용하여 채취하였다. 중금속(Pb, Cd, Cr, Mn, Fe, Ni) 분석은 대기오염공정시험법에 따라 적당량의 여지를 전처리(HCl:HNO<sub>3</sub>=1:1, 초음파추출법)하여 ICP(Perkin Elmer, Optima 4300DV)로 분석하였다. 일기유형은 기상청 자료를 사용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

대구지역의 2005~2007년 TSP의 월별 평균농도는 황사발현시기인 3~4월과 가을철인 10~11월에 높고, 강우가 집중된 8월에 가장 낮게 나타났다(4월 116±54.7µg/m<sup>3</sup>, 8월 48±17.5µg/m<sup>3</sup>). 중금속 가운데 Pb, Cr, Mn, Fe, Ni 역시 TSP와 유사한 거동을 나타내었다. 특히 중금속 측정기간 중 박무현상은 강우가 많은 7월에 가장 많았으나 연무현상은 가을철인 10월에 가장 많이 관측되었다.

공간적 농도분포를 살펴보면, 예상한 바와 같이 TSP와 대부분의 중금속 항목은 공업지역 > 상업지역 > 주거지역 순으로 높게 나타났으며, Pb의 경우에는 상업지역(65.5±48.9ng/m<sup>3</sup>)이 공업지역(61.1±38.8ng/m<sup>3</sup>)에 비해 조금 더 높게 측정되었다. TSP 중 각각의 중금속 함량비율(중금속/TSP×100(%))은 Pb와 Cr은 상업지역 > 공업지역 > 주거지역 순이었으며(Pb: 0.078 > 0.066 > 0.059), 나머지 중금속 항목들은 공업지역이 가장 높게 나타났다. 또한 용도지점별로 유의적인 차이가 있는지를 검증하기 위해 Mann-Whitney U Test를 실시한 결과 주거지역은 모든 항목이 상업지역 및 공업지역과 유의수준 5%에서 유의적이었으며, 상업지역과 공업지역 비교시에는 Pb, Cr, Fe을 제외한 항목들이 유의적인 것으로 나타났다.

일반적으로 박무와 연무현상이 나타날 때 미세먼지 농도가 높아지는 것으로 알려져 있어, 본 연구에서는 이러한 특정 일기현상이 있었던 날의 자료를 추출하여 중금속 농도 특성을 평가하였다. 연무는 박무와 달리 습도가 비교적 낮고 대기 중에 연기나 먼지 등 미세입자가 떠 있어 부옇게 보일 때를 말하므로 본 연구에서는 박무와 연무를 구분하여 비교하였다.

그 결과 TSP의 평균농도는 연무(148µg/m<sup>3</sup>) > 연무&박무(123µg/m<sup>3</sup>) > 맑은 날(79µg/m<sup>3</sup>) > 박무(77µg/m<sup>3</sup>) 순

으로 높게 나타나 연무현상이 동반될 때 TSP가 높고 박무현상만 관측될 때는 맑은 날과 유사한 수준이었다. 또한 연무가 있었던 날이 맑은 날에 비해 1.6~1.9배 정도 더 높은 것으로 나타났다. Pb의 경우에도 연무(115.4ng/m<sup>3</sup>) > 연무&박무(102.3ng/m<sup>3</sup>) > 박무(54.9ng/m<sup>3</sup>) > 맑은 날(51.3ng/m<sup>3</sup>) 순으로 높게 나타나 연무현상이 있을 때 Pb 농도가 높았으며, 맑은 날에 비해 2배 이상 고농도를 나타내었다. 이러한 양상은 Cd와 Ni에서도 동일하게 나타났으며, 이를 제외한 Cr, Mn, Fe은 연무와 박무가 동반될 때 가장 고농도를 나타내었다. 또한 TSP 중 각각의 중금속 함량비율(중금속/TSP×100(%))은 일기 유형에 따라 그리 큰 차이를 보이지 않았다.

“연무와 연무&박무(n=60)”가 관측된 날과 “맑은 날(n=384)”을 각각 2개 그룹으로 구분하여 각 항목들 간의 상관관계(Pearson Correlation) 분석한 결과 연무현상이 있었던 날에는 TSP-Pb의 상관계수(r)가 0.723으로 높게 나타났으며, 맑은 날에는 TSP-Mn(r=0.828), TSP-Fe(r=0.866)의 상관성이 특히 높게 나타났다. 또한 연무가 있었을 때 상관계수가 0.7 이상으로 높게 나타난 경우는 Cd-Mn, Cd-Ni, Cr-Fe, Mn-Fe, Mn-Ni이었으며, 맑은 날 상관계수가 0.7 이상으로 높게 나타난 경우는 Pb-Cr, Pb-Mn, Pb-Fe, Cr-Ni, Mn-Fe으로 나타나 Mn-Fe을 제외하면 두 그룹 간에 조금 다른 경향을 나타내었다.

Table 1. Concentrations of TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) and heavy metals( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) by weather condition(Daegu, 2005~2007).

Weather	Item	TSP	Pb	Cd	Cr	Mn	Fe	Ni
Haze (n=4)	Avg.	148	115.4	4.1	5.5	71.0	1405.5	10.2
	S.D.	23	29.8	2.1	2.2	27.6	280.5	9.5
	Min.	130	96.1	2.9	3.8	56.7	1177.7	5.4
	Max.	180	158.9	7.3	8.6	112.4	1813.6	24.5
	H.M./TSP(%)		0.078	0.003	0.004	0.048	0.950	0.007
Haze & Mist (n=56)	Avg.	123	102.3	4.1	7.6	75.9	1672.2	8.4
	S.D.	31	42.3	3.6	5.2	37.4	531.4	5.9
	Min.	66	34.7	1.3	1.9	29.3	856.7	1.7
	Max.	203	195.4	20.0	1.1	250.7	3353.6	25.5
	H.M./TSP(%)		0.083	0.003	0.006	0.062	1.359	0.007
Mist (n=140)	Avg.	77	54.9	2.1	5.0	49.4	1133.5	5.5
	S.D.	33	43.6	2.8	3.2	33.0	605.0	4.6
	Min.	22	2.9	0.1	0.3	3.3	61.3	0.3
	Max.	181	234.0	29.8	14.6	200.1	3012.8	32.4
	H.M./TSP(%)		0.071	0.003	0.007	0.064	1.472	0.007
Clear (n=384)	Avg.	79	51.3	2.3	5.2	52.1	1244.5	6.4
	S.D.	36	37.3	3.4	3.7	33.4	695.3	5.7
	Min.	18	6.9	0.2	0.5	6.0	124.1	0.7
	Max.	214	315.6	36.6	30.3	240.9	4104.2	37.9
	H.M./TSP(%)		0.065	0.003	0.007	0.066	1.575	0.008

<sup>1)</sup>H.M./TSP(%): (Heavy Metal / TSP)×100(%)

### 참 고 문 헌

- 김은연, 고안자 (2007) 2006년 서울시의 대기 중 중금속 농도 현황, 한국방재학회지, 7(1), 128-132.  
 박기형, 이병규, 정수근, 함유식 (2008) 박무현상시와 맑은 날의 대기 중 중금속 농도 특성 비교, 한국 대기환경학회 2008 춘계학술대회 논문집, 537-539.