

# PS10(SM) 고속도로 요금소 주변의 부유분진의 입경별 농도 분포 및 유기성분에 관한 연구

## Study of diameter distribution about sizable particles and organic matters at the highway tollgate

정 용 · 황만식 · 김진용

연세대 의과대학 환경공해연구소

### 1. 서 론

대기중 부유분진은 인체에 유해한 황산화물과 중금속, 다환방향족 탄화수소류(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; 이하 PAHs)등의 유기 추출물을 포함하고 있으며 호흡기계 및 기관지계의 영향, 방어기전의 변질, 폐 조직의 손상 등 인체에 유해한 영향을 미친다(Pop 등, 1991; Hoek 등, 1993). 특히 부유분진 중 10 $\mu$ m이하의 미세분진(PM10 및 PM2.5)은 자동차 배기가스, 산업화 및 주거활동 등의 인위적 오염원에 의해 발생하기 때문에 그 유해영향이 더욱 심각하다. 부유분진의 다양함 입경은 그 크기에 따라 인체로의 침투 부위 및 흡수율이 달라지기 때문에(US EPA, 1996), 분진의 입경별 농도와 폐포 침착율 및 흡수율 등을 파악하는 것은 인체 위해를 평가하는데 있어 그 불확실성을 최소화할 수 있는 중요한 요인이 된다. 또한 불완전연소과정에서 생성되는 PAHs(Polycyclic aromatic hydrocarbons)의 인체 발암 영향은 이미 알려진 바 있으며, 특히 benzo(a)pyrene은 EPA의 발암분류체계에 의해 발암물질로 규정되어 있어 그 관리가 시급한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 자동차의 통행량이 많은 고속도로 요금소 근무자들의 근무 환경 개선을 위한 연구의 일환으로 고속도로 요금소 주변의 부유분진의 입경별 농도 분포와 폐포 침착적율을 계산하고 부유분진 중 PAHs의 성분을 조사하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구는 고속도로 요금소에서 1998년 1월과 1998년 8월 두 차례에 걸쳐 환경 노출 평가를 실시하였다. 분진은 7단으로 구분된 High volume cascade impactor air sampler (Anderson Sierra-352, US)에 유리섬유여지(graseby GWM)를 장착하여 20CFM의 유속으로 포집하였다. 또한 분진중의 PAHs는 Quartz microfibre filter(20.3 $\times$ 25.4 cm)를 장착한 High volume sampler를 이용하여 20CFM의 유속으로 포집한 후 Hewlett Packard사의 HP 6890 series II plus GC 와 HP 5972 Mass Selective Detector가 연결된 GC/MSD로 분석하였다. 부유분진의 입경별 폐포 침착율은 평가방법 중 비교적 보수적인 모델로 알려진 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) 모델을 이용하여 산출하였다(이혜분 등, 1996).

### 3. 결과 및 고찰

대기 중 부유분진의 질량 분포를 파악하기 위해 부유분진의 계절별 입자크기의 중앙값(mass median diameter, MMD)과 기하 표준편차(geometric standard deviation,  $\sigma_g$ )를 구하였다(Table 1). 고속도로 요금소 주변에서 분진의 MMD는 평균 0.78 $\mu$ m로 조사되어 손동헌 등(1986)에 의해 보고된 흑석동(MMD:3.8 $\mu$ m)과 이민희 등(1988)의 연구 결과(불광동 MMD:평균 3.2-3.5 $\mu$ m, 황사현상시 4.8 $\mu$ m로 증가)보다 낮은 것으로 나타났다. 이것은 자동차 배기가스가 주 오염원으로서 부유분진 중 분진 입경이 작은 미세 입자들이 상대적으로 많이 존재하는 것으로 평가된다.

Table 1. MMD and  $\sigma_g$  of air particles by season.

	Total mass ( $\mu$ g/m <sup>3</sup> )	MMD ( $\mu$ m)	$\sigma_g$ ( $\mu$ g/m <sup>3</sup> )	Cumulative %	
				$\leq 1\mu$ m <sup>a)</sup>	$\leq 2\mu$ m
Winter	299.33	0.608 $\pm$ 0.53	3.202 $\pm$ 1.38	58.150 $\pm$ 14.04	73.064 $\pm$ 10.68
Summer	291.01	1.064 $\pm$ 0.05	4.134 $\pm$ 0.09	48.425 $\pm$ 1.29	65.799 $\pm$ 0.90
Means	295.17	0.780 $\pm$ 0.30	3.587 $\pm$ 0.73	53.607 $\pm$ 8.00	69.741 $\pm$ 5.98

<sup>a)</sup> Cumulative concentration of less than 1 $\mu$ m particle diameter

부유분진의 입경별 폐포침착율을 보면 겨울과 여름 모두 10 $\mu\text{m}$ 이하의 미세분진이 80%이상 침착되는 것으로 나타났고, 그 중에서도 2.0 $\mu\text{m}$ 이하의 미세 분진이 겨울은 약 80.8%, 여름은 약 77.1%이상 흡착될 수 있음을 보여줘 PM2.5의 규제가 더욱 고려되어야 할 것으로 사료된다(Fig 1).

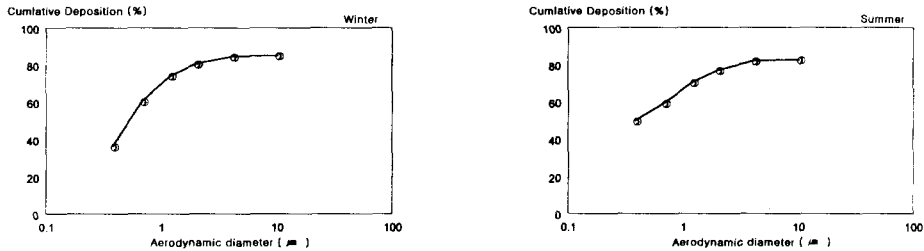


Fig. 1. Alveolar deposition of sizable particles by season

고속도로 요금소 주변의 PAHs 물질중 독성이 높다고 알려진 Dibenzo(a,h)anthracene는 평균 1.64ng/m<sup>3</sup>이었고, 대표적 발암성 물질인 benzo(a)pyrene은 평균농도가 5.67ng/m<sup>3</sup>이었다(Fig 2). 또한 이 두 물질의 PAHs 총농도에 대한 기여율은 약 9.1%이었으며 총 PAHs의 TEQ(Toxic Equivalency)는 14.8ng-TEQ/m<sup>3</sup>인 것으로 나타났다. 본 연구에서의 부유분진 중 PAHs 농도는 일부 도시 지역(환경부, 1998; 박성은 등, 1992)에서의 오염도보다 높은 것으로 평가되었다.

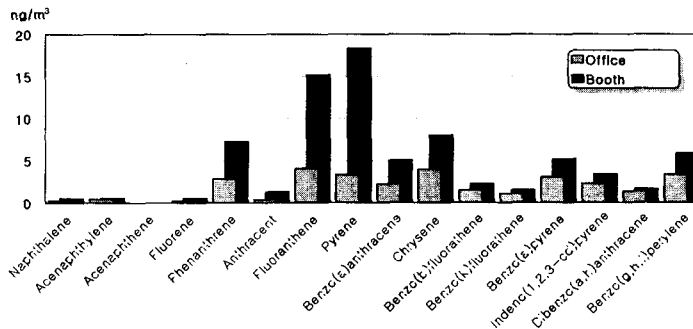


Fig. 2. Concentrations of PAHs at Highway tollgate

### 참고 문헌

- 박성은, 정 용. (1992) 서울시 대기부유분진의 농도와 다환방향족 유기물질에 의한 발암 위해성. 한국대기보전학회지. 8(4):247-256.
- 손동현, 강춘원. (1986) 대기중 중금속의 입경분포에 관한 연구. 한국대기보전학회지. 2(3):57-63.
- 이민희, 한의정, 원양수. (1988) 황사현상이 분진의 입도분포와 화학조성에 관한 연구. 한국대기보전학회지. 4(2): 57-66.
- 이혜문, 김동술, 이진홍. (1996) PM-10내 중금속의 장기간 평균농도 및 위해도 평가. 한국대기보전학회 12(5): 555-566.
- 환경부. (1998) 대기오염물질의 위해성 평가 및 관리기술. 2단계 3차년도 연차보고서.
- Hoek G, Brunekreef B. (1993) Acute effects of a winter air pollution episode on pulmonary function and respiratory symptoms of children. Arch Environ Health. 48, 328-335.
- IARC. (1983) Polycyclic aromatic hydrocarbons, Part 1, Chemical, environmental and experimental data. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Human. International Agency for Research on Cancer, Lyon. 32.
- Pope C.A., Dockery D.W, Spengler J.D., Raizenne M.E. (1991) Respiratory health and PM10 pollution: a daily time series analysis. Am. Rev. Respir. Dis. 144, 668-674.
- US EPA. (1996) Air Quality Criteria for Particulate Matter, Office of Research and Development. Washington D.C 20460, EPA/600/P-95/oobF Vol. 1 3-80~3-83.