

PB7) 우리나라 일부 지역의 입자상 물질에 대한 농도 Concentration of Particulate Matter in Korea

손부순 · 공미연 · 양원호¹⁾ · 박종안 · 장봉기 · 조 준
순천향대학교 환경보건학과, ¹⁾대구카톨릭대학교 산업보건학과

1. 서 론

우리가 숨쉬고 있는 대기 중에는 많은 부유 먼지가 존재하고 있으며, 이는 산업활동의 증가와 도시화, 차량 수 등의 증가로 인하여 그 종류와 농도가 크게 변화하여 자연 생태계 및 인체 건강에 심각한 영향과 피해를 유발시키고 있다(1989; 1996). 이러한 부유 먼지는 거대먼지(coarse particle)와 미세먼지(fine particle)로 분류할 수 있다.

미세먼지에는 여러가지 금속성분, 유기물질, virus, 조류 및 곰팡이 등이 포함되어 있으며, 다환 방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH) 등의 발암성 물질이 포함되어 있다.

인체 영향에 대한 지금까지의 연구결과를 보면 미세먼지로 인한 사망률의 증가(Borja-Aburto et al., 1997), 호흡기 또는 심혈관계 질환 관련 외래환자수의 증가(Schwartz, 1994), 천식증상의 악화(Whittemore and Korn, 1980), 호흡기 질환 증상발현 또는 폐기능 저하(Ostro et al., 1991; Pope and Dockery, 1992; Koening et al., 1993) 등과 같은 건강영향과 유의한 상관성이 있는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 중·소도시인 아산시와 대도시인 서울시 두 지역간의 미세먼지 농도와 금속성분의 조성을 비교하고 발생원을 추정, 대기오염 관리대책에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구 방법

미세먼지의 농도 및 금속성분의 조성을 조사하기 위하여 충청남도에 소재한 아산시의 S 대학교 자연과학대학 옥상에서, 서울시는 H 대학교 의과대학 옥상에서 2001년 9월부터 2002년 8월까지 측정하였다.

미세먼지의 포집을 위하여 유량이 약 5 l/min인 mini-volume portable air sampler(MiniVol, AIRmetrics社)를 이용하여 주 6일(화요일 15시부터 월요일 15시까지)을 연속 측정하였으며, filter는 pallflex membrane filter (47 mm, Gelman sciences社)를 이용하여 항온, 항습 상태인 데시케이터 내에서 24시간 이상 보관하여 항량이 되게 한 후 포집 하였고 이와 같은 조작은 시료 채취 전과 채취 후 모두 동일한 조건에서 실시하였다.

3. 결과 및 요약

아산시는 순천향대학교 자연과학대학 옥상에서, 서울시는 한양대학교 의과대학 옥상에서 같은 시간에 동시 측정 한 결과 아산시 미세먼지의 평균 농도는 37.70(±18.41) µg/m³을 나타내었으며 서울시 미세먼지의 평균 농도는 45.83 (±38.50) µg/m³을 나타냈다(표 1과 그림 1).

일반 기상시 아산시 미세먼지 평균 농도는 34.42(±15.50) µg/m³, 서울시 미세먼지의 평균 농도는 32.31(±17.85) µg/m³로 측정되었다.

황사 기간 중 아산시의 미세먼지 평균농도는 58.33(±22.99) µg/m³로 일반 기상시 보다 약 1.7배 높게 측정되었으며, 서울시의 미세먼지 평균농도는 92.20(±54.32) µg/m³로 일반 기상시 보다 약 2.9배정도 높게 측정되었다. 일반 기상시의 농도보다 황사시 농도가 아산시와 서울시에서 모두 통계학적으로 유의하게 높았다(각각 p<0.01).

아산시와 서울시 모두 미국의 PM2.5 연간 환경 기준치인 15 µg/m³의 약 2.5~3배정도 높은 농도가 측정되었고, EC(European Commission) 권고기준에서 2005년 목표인 연간 20 µg/m³보다 약 1.8~2.3배정도 높게 측정되었다.

Table 1. Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of fine particles (PM_{2.5}) in normal weather and yellow sand conditions in Asan and Seoul
 p^a (p-value) : Mann-Whitney U test between concentrations of particles of Asan and Seoul
 p^b (p-value) : Mann-Whitney U test between concentrations of particles of yellow sand condition and normal weather condition

	Asan		Seoul		p^a
	n	Mean±S.D. (Range)	n	Mean±S.D. (Range)	
Yellow sand condition	7	58.33±22.99 (33.10~89.81)	7	92.20±54.32 (59.03~203.01)	0.225
Normal weather condition	44	34.42±15.50 (13.43~99.07)	24	32.31±17.85 (2.78~87.50)	0.376
Total	51	37.70±18.41	31	45.83±38.50	0.785
p^b		0.009**		0.000**	

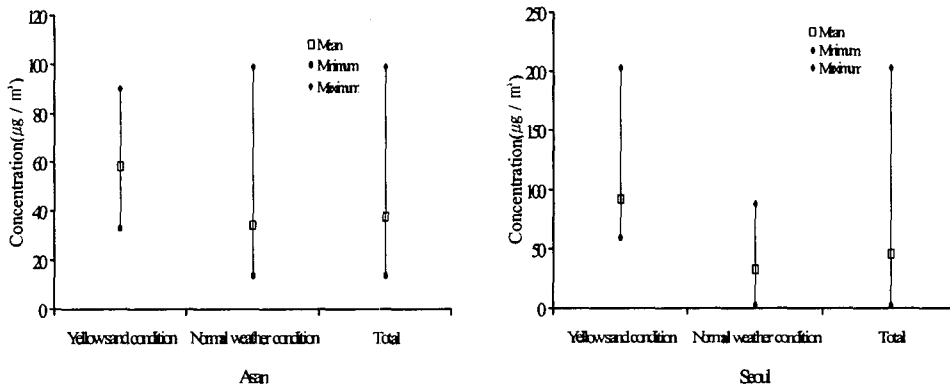


Figure 1. Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of fine particles (PM_{2.5}) in normal weather and yellow sand condition in Asan and Seoul.

3. 1 미세먼지의 계절적 농도 변화

아산시의 계절적 평균농도는 봄 47.76(±19.07) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 여름 29.44(±9.85) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 가을 39.19(±24.57) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 겨울 33.78(±12.62) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 각각 나타났으며, 서울시의 계절별 평균농도는 봄 61.53(±4.37) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 여름 25.42(±8.10) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 가을 45.60(±53.30) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 겨울 42.92(±31.49) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 각각 측정되었다(표 2). 봄철의 농도가 두 지역 모두 높게 나타났으며 서울시가 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.05$). 이는 봄철에 주로 발생하는 황사현상의 영향일 것으로 생각한다. 여름철의 농도가 다른 계절의 농도보다 낮게 측정되었는데 이것은 국내의 강충민 등(1998)의 연구와 비슷한 결과를 보였으며, Qin 등(1997)이 홍콩에서 측정된 미세먼지의 농도가 여름철이 다른 계절보다 낮게 측정된 이유가 강우량 때문이라고 한 것과 일치한다. 아산시는 계절별 농도가 유의한 차이가 나타났고($p < 0.05$), 서울시는 계절별 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 측정 기기의 고장 등으로 여름철과 봄철의 시료가 적었기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

1. 아산시 미세먼지의 평균 농도는 37.70(±18.41) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 서울시는 45.83(±38.50) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었다. 일반 기상시의 미세먼지 평균 농도는 아산시 34.42 (±15.50) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 서울시 32.31(±17.85) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 황사 기간 중의 농도는 각각 58.33(±22.99) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 92.20(±54.32) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 평상시 보다 약 1.7배~2.9배 높아, 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

2. 미세먼지의 계절별 농도 특성을 보면 아산시와 서울시의 봄철의 농도가 각각 47.76(±19.07) $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

61.53(±4.37) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고, 여름철의 농도는 각각 29.44(±9.85) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 25.42(±8.10) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다른 계절의 농도보다 낮게 나타났다. 아산시는 계절에 따라 미세먼지의 농도가 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

Table 2. Seasonal concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of fine particles (PM2.5) in Asan and Seoul

	Asan		Seoul		p^a
	n	Mean±S.D. (Range)	n	Mean±S.D. (Range)	
Spring	13	47.76±19.07 (20.14~89.81)	5	61.53±4.37 (58.10~68.75)	0.026*
Summer	12	29.44±9.85 (13.43~46.06)	2	25.42±8.10 (19.69~31.15)	0.584
Fall	13	39.19±24.57 (14.12~99.07)	12	45.60±53.30 (13.89~203.01)	0.430
Winter	13	33.78±12.62 (18.98~71.30)	12	42.92±31.49 (2.78~126.16)	0.231
p^b		0.017*		0.082	

p^a (p-value) : Mann-Whitney U test between concentrations of particles of Asan and Seoul

p^b (p-value) : Kruskal-Wallis H test between concentrations of particles with regard to season

참 고 문 헌

- 조수현. 환경오염에 의한 건강피해 - 우리나라의 실태와 문제점 -. 예방의학회지 1995; 28: 245-258
- 최금찬, 유수영, 전보경. 부산지역의 입자상 대기오염물질의 농도특성에 관한 연구. 한국환경위생학회지 2000; 26(2): 41-48
- Lebowitz MD. Epidemiological studies of the respiratory effects of air pollution. Eur Respir J 1996; 9: 1029-1054
- Spengler JD, Soczek ML. Evidence for improved ambient air quality and the need for personal exposure research. Environ Sci Technol 1984; 18(9): 268-280