

## 3F2) 서울시 일부지역에서의 PM<sub>2.5</sub> 농도에 대한 황사의 영향 Influence of Yellow Sand Dust on the Distribution of PM<sub>2.5</sub> Concentrations in Seoul

백 효경·김 현 옥<sup>1)</sup>·성 재 혁<sup>1)</sup>

가톨릭대학교 산업보건대학원, <sup>1)</sup>가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실

### 1. 서 론

입자상 물질은 폐렴으로 인한 사망률을 증가시키며, 호흡기 및 심혈관계 질환과 관련된 외래환자수를 증가시키고, 천식 증상을 악화시키며, 폐기능 저하 등을 유발한다고 알려져 있다(U.S.EPA, 2001).

황사는 발원지의 기상 및 토양상태에 따라 다르지만 한반도와 일본에서 관측된 황사의 크기는 1~10  $\mu\text{m}$  정도이며 중금속 성분 등 오염물질이 포함되어 있어, 시정악화, 농작물 및 활엽수의 생육장애, 인체 호흡기관으로 깊숙이 침투하여 폐질환 유발 및 안질환 등을 유발시켜 대기환경을 오염시킬 뿐만 아니라 인체에도 매우 유해하다(김우규 등, 1995; 환경부, 2002).

이에 본 연구는 서울시 일부 지역을 대상으로 황사가 주로 발생하는 봄철에 일별 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>의 농도 변화를 살펴보고, 지역별 농도 분포 차이를 조사하며, 또 PM<sub>2.5</sub>농도에 대한 황사의 영향을 파악하고자 하였다.

### 2. 연구방법

본 연구에서 분진측정은 황사발생이 가장 심한 2002년 3월 1일부터 4월 30일까지 61일간 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>를 측정하였다. 황사가 있는 날과 없는 날의 구분은 환경부 3, 4월 대기연보(2002)에 의한 발표를 토대로 구분하였으며, 서울시 지역 중 서울시 지역 중 한강 이남의 강서지역 중 문래, 신림동을, 강남지역 중 대치와 잠실지역을 임의로 선정하여 각 동사무소 옥상에서 포집하였다.

본 연구에서 대기 중 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 시료를 채취하기 위하여 사용한 포집기는 다음과 같다. TSP(Model SPM-612, KIMOTO 사, Japan)는 대기 중 입경이 큰 부유분진을 포집해  $\beta$ -ray 흡수법으로 측정하며, 시료 흡입유량은 18  $\ell/\text{min}$ 이었고, 측정범위는 0~10  $\text{mg}/\text{m}^3$ 이며, 측정기의 오차범위는  $\pm 3\%$ 로 60분 간격으로 24시간 연속 측정하였다. 또한 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>(각각 Model SPM-612D, SPM-612-2.5, KIMOTO 사, Japan)는 입경이 10  $\mu\text{m}$ 이하, 2.5 $\mu\text{m}$ 이하 분진을  $\beta$ -ray 흡수법으로 측정하며, 시료 흡입유량은 16.7  $\ell/\text{min}$ 이었고, 측정범위는 0~2  $\text{mg}/\text{m}^3$ 이며, 측정기의 오차범위는  $\pm 3\%$ 로 60분 간격으로 24시간 연속 측정하였다.

측정기 설치 전 산란탄을 이용하여 기기를 보정하였고, 매 주마다 장비점검을 하여 측정기 상태를 파악하였으며, 측정된 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 농도는 자료 전송 모니터링 프로그램을 사용하여 측정시간마다 원격 분석, 기록하였다. 측정기간 중 측정기기 고장으로 가동시키지 않은 경우가 15회 있어 이때의 기록은 제외하였다.

### 3. 결과 및 고찰

표 1은 황사유무에 따른 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 농도를 비교해 나타낸 것이며 표 2는 각 지역별 TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 농도를 나타낸 것이다. 그림 1은 측정지역의 황사시와 비황사시의 PM<sub>2.5</sub>의 농도를 일별로 나타낸 것이며, 황사시의 PM<sub>10</sub>와 TSP간 상관계수는 0.99이고, PM<sub>2.5</sub>와 TSP의 상관계수는 0.96, PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub>의 상관계수는 0.97로 유의하게 나타냈으며( $p < 0.0001$ ), 비황사시의 PM<sub>10</sub>와 TSP간 상관계수는 0.91이고, PM<sub>2.5</sub>와 TSP의 상관계수는 0.81, PM<sub>2.5</sub>와 PM<sub>10</sub>의 상관계수는 0.90으로 유의하게 나타냈으며( $p < 0.0001$ ), 황사 발생유무에 따른 PM<sub>2.5</sub>와 TSP, PM<sub>10</sub> 간의 상관관계를 다중회귀분석 했을 때 통계학적으로 매우 유의하였다( $p < 0.0001$ ). 황사시 회귀식은  $\text{PM}_{2.5} = 0.59\text{TSP} + 0.32\text{PM}_{10} - 0.43$ ( $R^2 = 0.93$ )였고, 비

황사시 회귀식은  $PM_{2.5} = 0.05TSP + 0.86PM_{10} - 0.24$  ( $R^2=0.82$ )이었다.  $PM_{2.5}$ 에 대한 TSP,  $PM_{10}$  영향을 보면, 황사 발생시에는  $PM_{2.5}$ 에 TSP 영향이 더 많았으며, 비황사시에는  $PM_{2.5}$ 에  $PM_{10}$  영향이 더 많게 나타났다

인간의 산업 활동이 대기오염에 미치는 영향이 크다는 점을 고려하여 앞으로는, 계절별로 나누어 온도, 풍향, 풍속, 상대습도, 황사유무등 기상인자에 따른  $PM_{2.5}$  농도변화와 대기 중 화학적 성분 등이 미치는 영향에 관한 연구가 필요하다고 본다.

Table 1. Concentrations of TSP,  $PM_{10}$  and  $PM_{2.5}$  with and without yellow sand (GM :  $\mu g/m^3$ )

	With yellow sand				Without yellow sand				Ratio (with/without)
	N	GM	GSD	Range	N	GM	GSD	Range	
TSP	40	274.7***	2.3	61~1183	168	100.1	1.5	38~267	2.7
$PM_{10}$	46	257.3***	2.5	45~1017	187	81.1	1.6	17~219	3.2
$PM_{2.5}$	44	105.2***	2.3	30~489	186	44.5	1.6	8.0~135	2.4

GM : Geometric Mean

GSD : Geometric Standard Deviation

N : Number of samples

\*\*\* P<0.0001

Table 2. Concentrations( $\mu g/m^3$ ) of particulate matters in 4 areas

Area	Munrae			Shinrim			Daechi			Chamshil		
	N	GM	GSD	N	GM	GSD	N	GM	GSD	N	GM	GSD
TSP	57	121.0	1.9	57	119.9	2.1	46	118.8	1.8	46	127.5	1.9
$PM_{10}$	57	96.0	2.1	59	98.2	2.1	58	110.9	2.0	59	102.8	2.1
$PM_{2.5}$	58	47.2	1.9	56	46.4	1.7	57	61.0*	1.9	59	56.4	2.1

GM : Geometric Mean

GSD : Geometric Standard Deviation

N : Number of samples

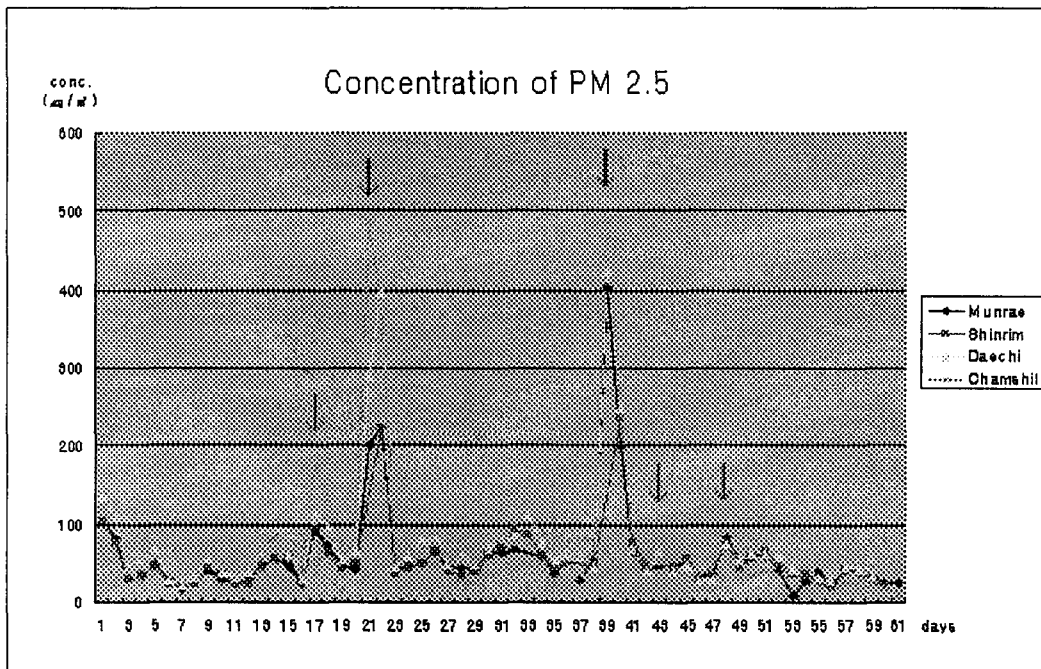
\* P<0.05

### 참고 문헌

김우규, 전영신, 이원환, 김현미 (1995) 서울 부유분진 농도와 황사 특성에 관한 사례 연구. 한국대기보전학회지 11(2): 199-209.

환경부 (2002) 대기환경연보 서울

U.S.EPA (2001): National Air Quality and Emissions Trends Report, EPA-454/R-97-013, Research Triangle Park, NC 27711, 2001.



↓ : The day with yellow sand

Fig 1. Concentrations of PM<sub>2.5</sub> in 4 study sites