

SM22) 강화에서의 PM2.5 농도 경향

The Trend of PM2.5 Concentration in Kanghwa

김희강 · 최민규 · 여현구 · 강충민 · 임종억
건국대학교 환경공학과

1. 서 론

미세입자는 폐포에 침착율이 높고 다환방향족탄화수소(PAHs)와 같은 독성이 강한 유기물질과 SO₂와 NO_x 등의 무기가스들의 입자로의 변환으로 생성된 H₂SO₄, NH₄HSO₄ 및 (NH₄)₃H(SO₄)₂ 등의 산성 황산화물 등과 같은 산성오염물질도 다량 함유하고 있다. 이러한 산성오염물질은 기침 및 호흡기 기능 저하와 같은 인체에 여러 가지 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다(강병욱, 1998). 또한 대기에서 시정장애에 주로 영향을 미치는 입자는 0.1~1.0 μ m인 미세입자이며 그들중 황산염, 질산염 및 탄소함유성분들이 시정장애에 크게 기여하는 것으로 보고된다(백준준 등, 1996; Conner et al, 1991). 이와 같은 미세입자의 특징들 때문에 외국에서는 미세입자와 시정장애, 호흡기 계통의 질병률 및 사망률 등의 관계에 대해 많은 연구가 진행되고 있으며 이것을 토대로 미세입자의 저감대책 수립을 위한 기본 자료로 활용하고 있다. 현재 우리나라에서는 대기중 미세입자에 대한 많은 연구에도 불구하고 PM2.5의 농도자료가 지속적으로 축적되지 않고 있어서 미세입자에 대한 연구시 농도의 오염수준을 비교하기가 어려운 실정이다.

본 연구에서는 도시지역 오염도와 비교 평가가 가능한 배경지역에서 PM2.5에 대하여 장기간 연구를 수행하였다. 측정지점인 강화도 측정소는 여러 해 동안 한반도의 배경농도와 동북아시아 지역에서의 대기오염물질의 이동을 조사하기 위하여 설정된 측정지점으로 이미 많은 연구가 수행되어 왔던 지점이다. 1996년 2월부터 1999년 6월까지 PM2.5의 연도별 그리고 계절별 농도 경향을 조사하였으며, 미세입자중 무기이온성분의 농도분포에 대해서도 조사하였다.

2. 연구방법

시료채취는 강화도에서 1996년 2월부터 1999년 6월까지 24시간/1회씩 총 184회 실시하였다. 강화측정소(위도 37° 37', 경도 126° 22' 30")는 인천광역시 강화군 화도면 장화리에 소재해 있다. 채취장치는 2.5 μ m이하의 입자만을 채취할 수 있는 사이클론식 분립장치(URG社, 2000-30EH), 테플론 재질의 필터팩(Sarville社, 6T-473-4N), 채취유량을 분당 16.7 ℓ 로 조절하도록 설계된 임계 오리피스(critical orifice, BGI社, SO-10), 그리고 1/2마력 진공펌프로 구성되어 있다. 필터는 질량농도와 이온성분의 채취용 테플론 필터(Gelman社, Zeflour P5PJ047, dia. 47mm, pore size 2.0 μ m)을 사용하였다. 수용성 이온성분들의 분석은 이온크로마토그래피(Dionex社, DX-100)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

시료측정은 1996년에 55회, 1997년에 51회, 1998년 38회 및 1999년 40회로 총 184회 실시하였으며, 측정된 결과는 표 1에 요약하였다. PM2.5의 질량농도범위는 5.18~85.74 μ g/m³로 최소값은 1997년 10월에 그리고 최대값은 1999년 1월에 나타났다. 특히, PM2.5의 농도들은 0~10 μ g/m³ 범위에 18개, 10~20 μ g/m³에 67개 그리고 20~30 μ g/m³에 46개가 존재하였으며 전체 시료중 0~30 μ g/m³범위에 71%가 존재하였다. 그리고 평균농도는 25.83 \pm 1.17 μ g/m³이었으며, 이 값은 NAAQS의 PM2.5의 연평균 15 μ g/m³보다 높은 농도이며, 또한 24시간 평균 65 μ g/m³보다 높은 농도를 갖는 시료들도 7개나 존재하였다.

연도별 PM2.5농도를 보면, 1996년부터 1999년까지 각각 27.22 \pm 2.35, 23.16 \pm 1.72, 17.71 \pm 1.32 및 35.05 \pm 2.89 μ g/m³이었다. PM2.5농도는 1998년에 가장 낮은 농도를 보였고 1999년에 가장 높은 농도를 보였다. 통계학적으로 연도별 평균농도들을 비교하기 위해 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)을 이용하였다. 그 결과 유의확률은 0.001이하로 나타나 평균농도들은 연도별로 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다.

그림 1은 측정기간동안에 PM2.5의 계절별 농도변화를 나타낸 것이며 범위는 표준오차(standard error)이다. PM2.5 농도는 겨울철마다 피크를 보였으며 1999년 여름철을 제외하고 여름철에 가장 낮은 농도를 보였다. 모든 계절중에서 1998년 겨울철이 가장 높은 농도를 보였으며 1999년 여름철과 1996년 겨울철이 다른 계절보다 높은 농도를 보였다.

Table 1. Summary of PM2.5 concentrations($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in Kanghwa

Year	Mean \pm std. error	Median	Max.	Min.
1996	27.22 \pm 2.35	23.58	76.60	6.78
1997	23.16 \pm 1.72	19.89	47.50	5.18
1998	17.71 \pm 1.32	15.80	45.06	6.17
1999	35.05 \pm 2.89	30.28	85.74	7.90
total	25.83 \pm 1.17	22.05	85.74	5.18

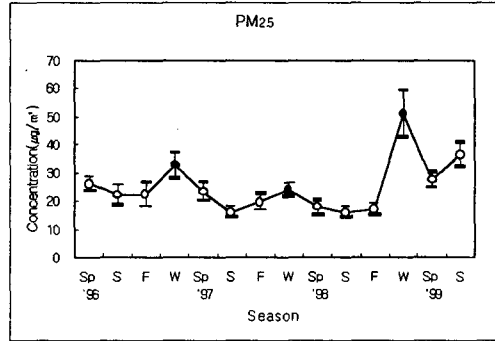


Fig. 1. Seasonal variation of PM2.5 concentrations

3.2 수용성 이온성분

표 2는 수용성이온성분들의 농도를 요약하여 나타낸 것이다. 이온성분중 비해염황산염, 암모늄염 및 질산염이 다른 성분에 비해 농도가 높음을 알 수 있었다. 그림 2에서 볼 수 있듯이, 수용성이온성분이 PM2.5중 차지하는 총 비율은 약 45%정도이며, nss-SO₄²⁻이 20%로 가장 비율이 컸으며, 암모늄염 10%, 질산염 6% 그리고 기타 9%이었다. nss-SO₄²⁻, NH₄⁺ 및 NO₃⁻가 PM2.5중 차지하는 비율이 약 36%로 수용성이온성분의 대부분을 차지하였으며, 특히 nss-SO₄²⁻가 PM2.5를 구성하는 가장 중요한 성분임을 확인하였다.

Table 2. Summary of concentrations($\mu\text{g}/\text{m}^3$) of water soluble ions from 1996 to 1999(n=184)

	Mean (\pm std. error)	Median	Max	Min
nss-SO ₄ ²⁻	5.80 \pm 0.40	4.15	33.88	0.02
NO ₃ ⁻	1.76 \pm 0.19	0.68	12.69	0.02
Cl ⁻	0.51 \pm 0.05	0.30	6.39	0.01
Na ⁺	0.52 \pm 0.04	0.46	4.52	0.02
NH ₄ ⁺	2.54 \pm 0.16	2.07	12.66	0.03
K ⁺	0.53 \pm 0.04	0.36	2.63	0.02
Mg ²⁺	0.18 \pm 0.04	0.06	4.82	0.02
Ca ²⁺	0.39 \pm 0.06	0.18	9.63	0.02

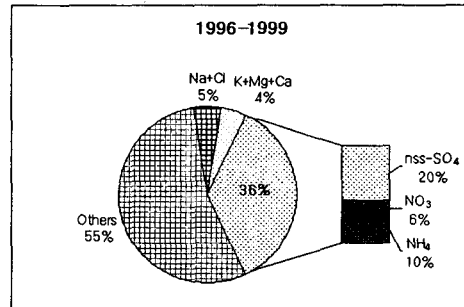


Fig. 2. Contributions of water soluble ions to PM2.5 concentration

참 고 문 헌

- 강병욱(1998), "수용모델을 이용한 PM2.5의 배출원 추정 -청주지역을 중심으로-, 건국대학교 박사학위 청구논문
- 백남준, 이종훈, 김용표, 문길주(1996) "1994년 6월 서울지역 시정장애의 측정 및 분석", 한국대기보전학회지, 12(4), pp. 407~419
- Conner, W.D., R.L. Bennett, W.S.Wehters, and W.E. Wilson(1991) "Particulate characteristics and visual effects of the atmosphere at Resaerch Trangle Park", J. Air Waste Manage. Assoc., 41(2), pp. 154~160