

SM22) 대기중 에어로졸 입경분포의 변화 Variations of Aerosol Size Distribution on Ambient Air

김신도, 안기석, 김종호¹⁾, 김태식²⁾
 서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾ 한서대학교 환경공학과,
²⁾ 한림정보산업대학교 환경공학과

1. 서 론

시정악화나 광화학 스모그를 비롯하여 지구 온난화에 부유 입자상 물질이 미치는 영향 등을 파악하기 위해선 중량농도, 화학적 성분분석 등과 함께 그 입경별 크기 분포도 반드시 고려되어야만 한다.

입경분포 측정을 위하여 다단식 임팩터(Cascade Impactor)나 광학입자계수기(OPC, Optical Particle Counter), Aerosizer, SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer), EAA(Electrical Aerosol Analyzer) 등이 주로 사용되고 있다. 대기 중 입자상 물질이 존재하는 입경영역은 대개 0.01~100 μm 이며, 각 측정기마다 측정 입경한계치들이 존재하기 때문에, 입자상 물질 전체의 크기 분포에 대한 정보는 측정기 하나만으로 얻을 수 없다.

따라서, 본 연구는 0.01~100 μm 의 대기중 입자상 물질의 전체영역을 대상으로 입경분포에 대한 정보를 실시간으로 얻고자 SMPS와 Aerosizer를 동시에 이용하여 측정하였다. 측정결과를 단면적과 부피 농도로 환산하고, 또한 Tape Sampler에 의한 중량농도와도 비교하여, 대기중 입자상 물질의 시간에 따른 일간 변동 특성을 파악하고자 하였다.

2. 측 정

본 측정에서는 Aerosizer (USA, Aerodynamic Particle Sizer, API, Aerosizer_LD)와 SMPS (USA, Scanning Mobility Particle Sizer, TSI)를 동시에 운영하였다. 또한 기존의 중량측정법과 비교하기 위해 Tape Air Sampler (Japan, KIMOTO, TD-10)를 사용하였다. 표 1에 사용한 측정기의 사양을 나타내었다.

측정은 서울시립대학교 공대 실험동 옥상에서 실시하였고, 옥상은 지상으로부터 15m 높이이다. 측정 지점 주변은 별다른 특정 배출원이 없는 주거지역과 녹지지역으로 구성되어 있다. 측정기기는 서로간의 영향을 배제하기 위하여 서로 이격시켜 설치하였고, Aerosizer와 SMPS는 1999년 8월 12일에서 14일까지 3일간을 매시간 마다 정시부터 25분씩을 측정하였고, Tape Sampler는 1999년 8월 9일부터 16일까지 8일 동안 1시간 간격으로 누적하여 그 시간의 농도로 측정하였다.

Table 1. Sampling Method

Method	Instrument	Size range	Flow rate	Remark
Count	Aerosizer_LD API, USA (Aerosizer, Aerodiluter, Pump)	0.1~200 μm	2.0 lpm	real time
	SMPS TSI, USA (Electrostatic Classifier, CPC, Pump)	0.015~0.96 μm	Sheath air 2.5 lpm Aerosol 0.25 lpm	real time
Weight	Tape Sampler KIMOTO, Japan	TSP	10 lpm	1hr average

3. 결과 및 고찰

개수농도분포는 미세 입자가 조대 입자에 비해서 매우 많기 때문에 미세 입자만의 일산형 분포를 보였고, 단면적과 부피로 환산한 농도분포에서는 일반적인 이산형 분포를 보였다. 단면적인 경우 미세 입자의 기여도가 높았고, 부피인 경우에는 조대 입자의 기여도가 높았다. 부피 환산 농도분포에서는 $0.3\mu\text{m}$ 와 $4\mu\text{m}$ 를 중심으로 이산형 분포를 나타내었다. 조대 입자의 중심축이 $4\mu\text{m}$ 에서 $10\mu\text{m}$ 로 이동하면서 그 농도가 증가하였다.

그림 1은 측정시간별 총 개수 농도의 변화를 나타낸 것이다. 입경 영역 전체와 $10\mu\text{m}$ 이하, $2.5\mu\text{m}$ 이하로 구분하여 총개수 농도의 일중 변화 Pattern과 단면적, 부피 농도로 환산하였을 때의 일중 변화 Pattern을 살펴 보았다. 대부분의 개수가 미세부분에 집중되어 있어, TSP, PM10, PM2.5의 입자수와 단면적은 차이를 거의 보이지 않는다. 그러나 부피농도에서는 전체의 약 75%가 $2.5\mu\text{m}$ 이하로 나타났다. 개수농도 변동에 있어서는 각각 07시, 13시, 21시에 peak가 나타났으나, 단면적과 부피농도 변동에서는 13시에서의 peak가 나타나지 않았다. 따라서 개수농도 변동에서의 13시의 peak는 미세 입자에 의한 것으로 판단된다. 반면에 07시와 21시를 기점으로 한 peak는 단면적, 부피농도 변동에서도 유지되었으므로 상당량의 조대 입자도 발생되고 있는 것으로 판단된다.

그림 2는 Tape Sampler를 이용한 중량농도의 일중 변동을 나타낸 것이다. SMPS와 Aerosizer를 이용한 부피농도 변동 pattern과 유사하였다. 그 시간대를 볼 때, 도시 대기 중 입자상 물질의 주된 배출원에 교통이 상당한 부분을 차지하고 있다고 판단된다.

그림 1과 그림 2의 결과를 이용하면 대기 중 에어로졸의 밀도를 추정할 수 있다. Tape sampler와의 관계 ($W = \rho V$)를 이용하여 추정해본 결과 평균 0.78 g/cm^3 ($0.62 \sim 1.23 \text{ g/cm}^3$, 표준편차 0.18)로 나타났다.

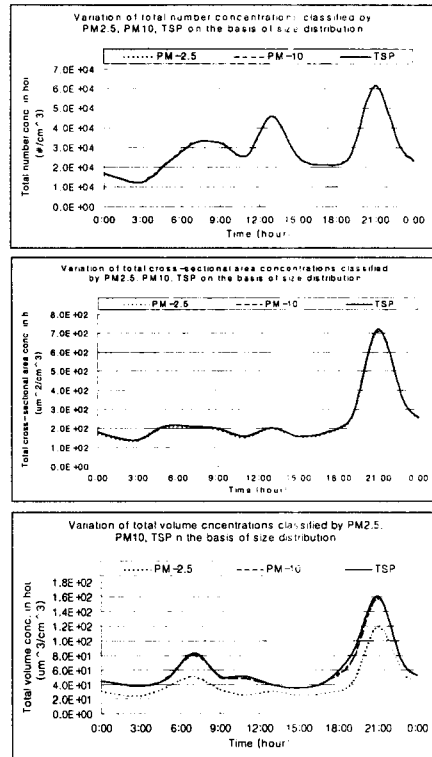


Fig. 1. Variation of total particle number, cross-sectional area and volume conc.

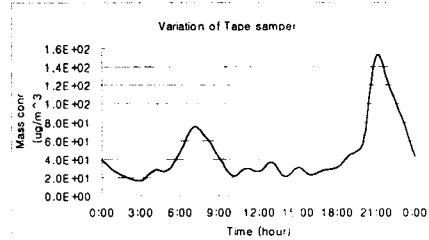


Fig. 2. Variation of tape sampler conc.

참고문헌

- 김신도, 김종호, 이정주(1992), 겨울철 서울도심의 대기중 부유분진의 특성, 한국대기보전학회지, 8(2), 105-111
- 박정호, 최금찬(1997), 저압입팩터를 이용한 대기 에어로졸 입자의 입경분포 측정과 화학조성자료의 해석, 한국대기보전학회지, 13(6), 475-486
- 김태식, 김신도(1997), 미세입자의 입경분포와 시정에 관한 연구, 대한환경공학회지, 19(12), 1531-1538
- Peter Warneck(1988) Chemistry of the Natural Atmosphere, Chapt 7. the Atmospheric Aerosol, Academic Press. INC., 278-373
- 안강호(1995), 입자측정장치 및 표준입자 발생장치 개론, 대한기계학회지, 35(5), 379-389
- 김신도, 김종호, 김태식, 옴김(1995), 에어로졸, 동화기술, 33-48