

## PB20) 이동측정차량을 이용한 서울시 포장도로에서의 비산먼지의 입경 분포 측정

### Size Distribution Measurements of the Resuspended Paved-road Dust in Seoul Using a Moving Vehicle

한세현 · 장기원 · 홍지형<sup>1)</sup> · 정용원

인하대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기공학과

#### 1. 서 론

도시·산단 지역의 미세먼지 배출원으로는 보일러 및 소각로 등의 연소관련 배출먼지와 차량운행으로 인한 매연 및 비산먼지, 거대 비산먼지 배출원인 매립지·항만·건설현장 등에서의 배출먼지 등 매우 다양하다. 이중 비산먼지가 미세먼지 배출량에 큰 기여를 하는 것으로 추정되고 있으며, 도로에서 차량운행으로 발행하는 비산먼지가 전체 비산먼지배출량에서 차지하는 비율이 서울시 최대 80%, 인천이 최대 60%로 조사된 바 있다(국립환경연구원, 2002). 이러한 미세먼지의 대기질 및 인체 건강에 미치는 영향을 평가하기 위해서는 배출원 및 미세먼지의 특성을 파악하는 것이 중요하며, 이를 위해 입경분포나 수 농도와 같은 정보가 필요하다.

도로에서 차량속도 변화에 따른 입경별 비산먼지량이 이동측정차량을 이용하여 측정된 바 있으며, 차량의 속도가 증가할수록 재비산되는 먼지량이 증가하는 것으로 조사되었다(Kuhns et al., 2001; 국립환경연구원, 2004). 본 연구에서는 포장도로에서 차량운행으로 발행하는 비산먼지의 특성을 파악하기 위해 이동차량측정 시스템을 이용하여 시범적으로 실시간 입경분포를 측정하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구의 측정대상지역은 서울을 우선 SCC(Source Classification Code) 분류에 따라 공업(구로디지털단지)·상업(영등포)·주거(목동)·기타(상암올림픽경기장) 지역으로 분류하고 High-ADT(Average Daily Traffic)(5,000대/일 이상)인 도로를 선정하였다. 선정된 도로를 중심으로 차량운행으로 포장도로에서 발생하는 입경분포를 이동측정차량을 이용해 실시간 측정하고 지역별 비교를 수행하였다. 자료는 2004년 7월 28일 낮 시간대에 약 2시간 연속 측정된 data를 사용하였으며, 당일 측정된 평균 온도는 약 34.7 °C, 평균 상대습도는 약 54.8 % 인 대표적 여름날씨였다.

측정기기는 optical particle counter(OPC)인 Grimm 1.108 particle size analyzer(PSA)를 사용하였다. PSA는 공기흡입 유량이 1.2 L/min 이고, 0.3  $\mu\text{m}$ ~20  $\mu\text{m}$  범위의 입자를 15채널로 분류하여 입경별 수 농도를 측정한다. 시료흡입구는 차량 앞 바퀴후면에 설치하였고, 등속흡입을 위해 별도의 시료채취시스템(plenum)을 흡입구와 PSA사이에 장착하여 흡입먼지를 완전혼합 시킨 후 시료를 채취하였다. 측정된 자료는 DGPS(Differential Global Positioning System)으로부터 차량속도와 위치정보, 온·습도 자료 등과 함께 PSA와 연결된 노트북에 실시간으로 6초 간격으로 저장된다.

비산먼지의 농도 측정 시 주로 차도의 2차선 도로를 이용해 주행하였으며, 전면 차량의 배가스 등의 영향을 최소화하기 위해 가능한 차간거리를 유지하였다. 또한 PSA에서 측정된 자료에서 이동측정차량의 속도가 20 km/h 미만의 자료는 제외하였다. 이는 실제도로에서 차량정체에 의한 앞차의 영향과 도로비산먼지농도에 대한 배경먼지농도의 영향을 최소화하기 위한 것이다.

측정된 자료는 지역별 특성을 확인하기 위해 저장된 위치정보를 이용하여 공업·상업·주거·기타 지역으로 구분하여 전체 자료와 함께 계산하였다. 또한 입경별 부피농도를 상대적으로 비교하기 위해 대 상 시료를 단위밀도( $\rho=1\text{g}/\text{cm}^3$ )를 가진 구형 입자로 가정하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

서울의 포장도로에서 측정된 차량운행으로 발생하는 비산먼지의 입경분포를 그림 1에 나타냈다. 그림 1(a)을 보면 입경이 측정된 0.3 $\mu\text{m}$ 보다 증가할수록 수 농도가 감소하는 것을 볼 수 있으며 지역별로 비

슷한 경향을 보이고 있다. 그림 1(b)에서 입경별 부피농도가 1  $\mu\text{m}$ ~2  $\mu\text{m}$  까지 감소하다 다시 증가하여 4  $\mu\text{m}$ ~5  $\mu\text{m}$ 에서 최대를 보이고 다시 감소하였다. 이는 대체적으로 조대입자영역을 이루고 있는 비산먼지의 입경분포와 비슷한 경향을 나타내며, 미국 DRI(Desert Research Institute)의 자료(Kuhns et al., 2001)와 인천의 입경분포 자료(국립환경연구원, 2004)와 유사한 결과를 보였다.

포장도로에서 발생하는 입경별 비산먼지량은 공업지역으로 분류된 구로디지털단지에서 가장 높게 측정되었으며 상업지역으로 분류된 영등포에서 가장 낮게 측정되었다. 이는 재래식방법(vacuum swept method)에 의한 포장도로 표면에 쌓인 먼지부하량(silt loading)과 비교해 보았을 때 silt loading 값 및 차량운행 속도 등의 영향을 받은 것으로 사료된다(국립환경연구원, 2004). 체적 중앙경(volume median diameter) 또한 구로디지털단지에서 3.25  $\mu\text{m}$ 로 가장 크고, 영등포에서 2.61  $\mu\text{m}$ 로 가장 작았다.

측정된 입경별 수 농도를 질량 농도로 변화하여 PAS의 측정범위 내에서 PM10에 대한 PM2의 기여도를 그림 2와 같이 나타내었다. PM2의 중량농도는 PM10의 중량농도에 약 22.5% ~ 36.3% 정도 기여하는 것으로 나타났고, PM2/PM10 비는 영등포에서 36.3% 로 다른 지역에 비해 상대적으로 높았다.

현재 진행된 결과를 가지고 전반적인 해석은 어려울 것으로 판단된다. 추후 이동측정차량을 이용한다 많은 자료를 축적해 서울과 인천의 포장도로에서 발생하는 비산먼지 입경분포를 비교 검토할 예정이며, 도로에서 발생하는 비산먼지의 특성을 보다 명확히 조사할 계획이다.

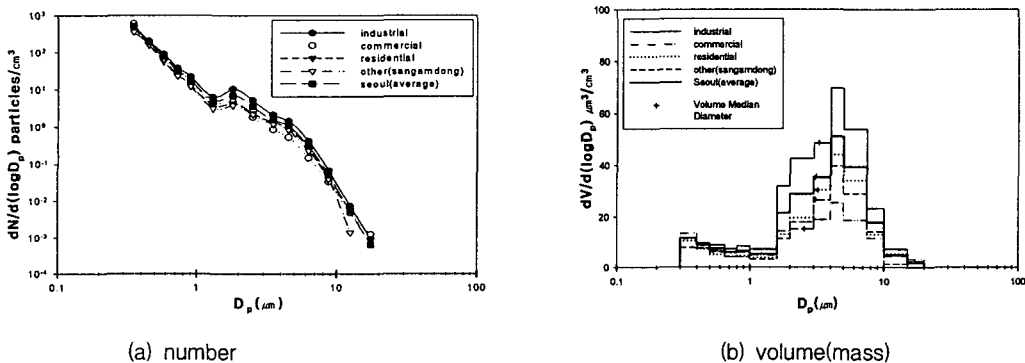


Fig. 1. Comparison of number(a) and volume(b) size distribution (assuming spherical particles) obtained during paved road tests in Seoul.

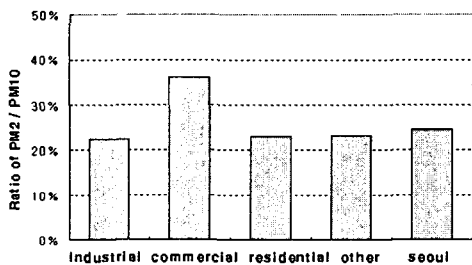


Fig. 2. Comparison of Ratio of PM2/PM10.

## 사 사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 “미세먼지 배출계수개발 및 inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정 연구”(과제번호: 2004-01002-0016-0)지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 국립환경연구원 (2002, 2004) 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정연구  
 Kuhns, H., Etyemezian, V., Landwehr, D., MacDougall, C., Pitchford, M., Green, M. (2001) Testing Re-entrained Aerosol Kinetic Emissions from Roads(TRAKER): A new approach to infer silt loading on roadways. *Atm. Env.* 35/16, 2815-2825.