

PA37) 원주시 근교도로변에서의 미세입자의 입경별 분포도 조사

Investigation of Size Distribution of Fine Particles in Roadside Near Won-ju

정대영 · 김성현 · 이주호 · 황규원 · 이치훈 · 윤창원
 연세대학교 환경공학부

1. 서 론

도로변에서는 여러 크기의 입자상의 오염물이 발생한다. 이러한 입자 중에서도 그 크기가 10 μ m 이하인 입자는 호흡성분진으로서 건강상위해성이 보고 되고 있는데, 그중에서도 공기역학적직경이 2.5 μ m이하인 미세입자는 호흡시 상위순환계통(코, 입등 trachea이상)을 지나 기관지(bronchial region), 폐포(alveolar)에까지 침착하므로 미국등지에서는 PM10과는 별도로 PM2.5에 대한 기준을 마련하고 있다.

우리나라 역시 PM10 및 PM2.5에 관한 연구가 진행되고 있으나 PM2.5의 경우 데이터가 PM10에 비하여 적고, 주로 수도권이나 교통체증지역에서의 '비산먼지'에 편중되어 있다. 특히 도로변에서 발생하는 2.5 μ m이하의 입자는 비산먼지 보다 차량에서 배출되는 것이 질량농도에 많은 영향을 미친다. 이에 본 연구는 원주시 근교의 도로변에서 입자크기가 2.5 μ m이하인 미세입자를 입경별로 나누어 포집, 측정하여 질량농도의 입경분포를 대략적으로 살펴보고 차종이 2.5 μ m이하의 '미세입자'의 농도에 미치는 영향을 알아봄으로써 특성 분석 시에 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 원주시 외곽의 19번 국도변에서 발생하는 미세분진의 질량농도를 입경별로 조사하였다. 포집장소인 19번 국도는 원주에서 충주로 가는 교외 지역의 국도로서 도심지역 보다 분진을 발생시킬 수 있는 요인이 도로에 국한되어져 있기 때문에 도로에서 발생하는 미세입자를 조사하는데 효과적이다. 포집지점의 차량통과 대수와 차종은 30분 간격으로 조사하였으며 차량의 속도는 일관성을 두기 위하여 60, 80km/h의 차량속도 감시카메라가 설치되어 있는 지점에서 포집을 하였다. 포집위치는 도로로부터 풍하방향으로 약 2~3m 떨어진 지역에서 측정구의 위치가 지상으로부터 약 2m정도인 곳에서 포집하였다. 표 1에 포집기간 중 조사된 차종과 대수를 나타내었다. Diesel엔진차량과 전체 통과차량의 비는 승용차를 제외한 나머지 차량인 버스, 승합차, 트럭의 합을 Diesel엔진차량으로 하여 계산하였다.

Table 1. Classification and Volume of Vehicles were Depended on Speed Limit.

Speed Limit	Total Vehicles/h	Automobile/h	Bus/h	Microbus/h	Truck/h	Diesel per Total Vehicle (%)
60km/hour	373.5	206	13	51	103.5	45
60km/hour	796.5	629	18.5	69	80	21
60km/hour	415	249.5	18.5	41.5	105.5	40
80km/hour	895.5	627	28	74.5	166	30
80km/hour	927.5	654	30.5	81.5	161.5	29

입자의 포집은 다단계입경포집기인 MOUDI(Micro-Orifice Deposit Impactor Model 110)를 이용하여 4시간씩 연속포집 하였으며 사용된 MOUDI의 각단의 50%포집효율 입경은 30 l/min의 유량에서 각각 1.8, 1.0, 0.56, 0.32, 0.18, 0.1, 0.056 μ m 이다. 포집필터로는 데시케이터에서 24시간 이상 항량한 47mm Teflon 필터를 사용하였으며 포집 후 전자저울(Model3063 TSI[®])로 1ng까지 정량하였다.

3. 결과 및 고찰

각각의 포집단에 따른 질량농도를 대수에 대한 간섭을 최소화하기 위하여 통과차량 대수로 표준화하여 표 2에 'ng/m³-대' 로 나타내었다. 그림 1에는 Diesel엔진차량의 비율에 따른 미세입자의 입경별 질량농도를 나타내었다. 그림 1에서 실선과 점선은 각각 제한속도 60, 80km/h 구간에서 측정된 결과를 나타낸다.

Table 2. Size Segregated Mass Concentration Measured at Various Speed of Vehicles. (ng/m³-대)

50%Cut point Speed Limit	1.8 μ m	1.0 μ m	0.56 μ m	0.32 μ m	0.18 μ m	0.1 μ m	0.056 μ m	Diesel/ Total Vehicle %
60km/h	0.0122	0.0154	0.0105	0.0170	0.0093	0.0089	0.0097	45
60km/h	0.0040	0.0056	0.0026	0.0075	0.0023	0.0054	0.0007	21
60km/h	0.0114	0.0137	0.0084	0.0187	0.0187	0.0057	0.0117	40
80km/h	0.0014	0.0041	0.0031	0.0065	0.0026	0.0047	0.0050	30
80km/h	0.0033	0.0057	0.0016	0.0042	0.0048	0.0052	0.0010	29

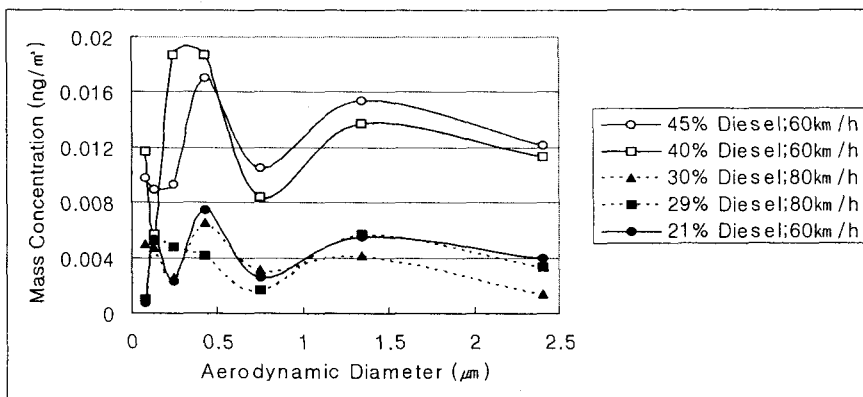


Fig. 1. Size Fractionized Mass Concentration of Fine Particles at Roadside; Mass Concentration were Normalized by the Number of Vehicles Passed by During the Sampling; Aerodynamic Diameter as Geometric mean of the Upper and Lower Cut-points of Each Stage.

차량제한속도가 동일한 60km/h구간임에도 불구하고 45, 40%의 Diesel엔진차량비율을 나타내는 지점의 농도가 21% Diesel엔진차량비율을 나타내는 지점보다 전 입경범위에 걸쳐 질량농도가 3~4배 더 높게 측정되었다. 더구나 제한속도는 상대적으로 빠른 80km/h이지만 Diesel엔진차량비율이 30, 29%로 상대적으로 낮은 80km/h구간에 비해서도 역시 45, 40%의 Diesel엔진차량비율을 나타내는 60km/h지점이 전 입경범위에 걸쳐 2~3배 더 높은 질량농도를 보이고 있다. 하지만 21% Diesel엔진차량비율을 나타내는 지점과 30, 29%의 Diesel엔진차량비율을 나타내는 지점은 차량제한속도가 60, 80km/h로 약 20km/h차이에도 불구하고 비슷한 농도가 측정되었다. 이러한 결과로 미루어보아 원주지역도로변에서 발생하는 2.5 μ m이하의 미세입자는 60~80km/h 사이에서는 차량의 속도보다 Diesel엔진차량의 구성비가 질량농도에 더 큰 영향을 미친다는 것으로 보아 2.5 μ m 이하의 미세입자의 주요 생성인자는 '비산먼지'가 아니라 차량에서 배출되는 '미세먼지'임을 알 수 있다.

또한 그림 1에 나타나는 $2.5\mu\text{m}$ 이하의 입경분포로부터 차량의 속도와 Diesel엔진차량의 비율과는 상관 없이 약 $1\mu\text{m}$ 를 중심으로 Bimodal분포가 관찰되었다. 이러한 Bimodal입경분포는 두 가지 이상의 배출원을 가지거나 발생 시간대의 차이(fresh vs. aged)에 기인한 것으로 추정되며, 추후 좀더 확실한 분석을 위한 화학성분 분석이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Arthur C.Stern, Richard W.Bouhel and D.Bruce Turner (1984) Fundamentals of Air Pollution, Academic Press, Second Edition.

조완근 (2001) 자동차 운행과 관련한 PM10 및 일산화탄소 노출 평가, 한국대기환경학회지 제 17권 제 4호, pp. 321-329.