

1C4) 서울시 지하철 객차 내에서의 미세먼지 농도 분포 특성 The Characteristics of PM Concentration in Seoul Metropolitan Subway Passenger Cabin

노영만 · 김윤신 · 이상운 · 박화미 · 이철민 · 박동선¹⁾

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾(주)이플러스티

1. 서 론

국내 지하공간은 주로 지하철, 지하상가, 지하주차장 등의 형태로 널리 이용되고 있다. 특히 지하공간 개발의 모체인 서울시 지하철은 1974년 제1기 지하철 1호선 9개역을 시작으로 제2, 3, 4호선이 1985년 10월에 완전 개통되었으며, 현재는 제2기 지하철 8호선까지 총 316 역사를 운행하고 있으며, 2011년에는 3기 지하철이 완공되어 서울시 교통부담률의 절반에 가까운 48%를 기록할 것으로 예상하고 있다(한국건설기술연구원, 2002).

그러나 지하철 지하공간은 시민의 일상적 생활공간의 일부분으로 정착될 만큼 지하 생활공간으로 인식되고 있음에도 불구하고, 지하공간은 외부 실외공간과 달리 공간적 폐쇄성으로 인하여 공기질 관리의 한계상황을 내포하게 된다. 특히 객차내 공간이 다른 시설에 비해 협소하며, 이에 반해 이용객의 수는 출퇴근시 매우 고밀도로 실내공기질의 악화가 빈번히 발생할 수 있는 실내공기질 취약 공간이라 할 수 있다.

현재 환경부에서는 국내 실내환경 분야를 통합하기 위하여 2004년 관련법을 개정하여 기존의 “지하생활공간공기질관리법”을 중심으로 하여 각 기관에서 별도로 관리되고 있던 대상을 포함하여 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법”을 제정하여 관리하고 있으나 아직도 대중교통수단, 특히 지하철 내 실내공기질 조사 및 이용객의 건강위해성평가 등의 연구 수행은 부족한 실정에 있다.

외국의 경우 Pfeiff et al.(1999)과 Adams et al.(2001)은 시민들의 교통 방법 이용형태별로 개인노출평가를 하였는데 지하철 이동 시민그룹이 다른 육상교통 방법(자전거, 버스, 자동차 등)보다 노출정도가 약 3배~8배 정도 더 높은 것으로 파악되었으며, 프랑스 파리에서 진행된 Dor et al.(1995)의 연구에 의하면 객차 내 오염물질의 농도는 주변 차량에서의 배출이 자연적으로 또는 환기에 의해 침투하여 영향을 받는다고 보고한 바 있다. 이는 지하철에서의 오염물질은 크게 가스상 물질과 입자상 물질로 분류할 수 있으며, 이들 농도는 환기에 따른 실외 공기질뿐만 아니라 실내 배출원에 의하여 영향을 받는다는 보고와 같은 결과이기도 하다(Phillips et al., 1993).

특히 지하역사에서의 미세먼지 오염원은 지하철 이용 승객들의 이동 중 발생하는 미세먼지, 열차의 운행과정에서 배출되는 미세먼지, 그리고 환기를 위해 도입되는 외부 공기 속에 미세먼지 등이 복합적으로 작용하여 내부 오염농도를 결정하는 것으로 알려져 있다(조영민, 2004).

따라서 본 연구에서는 향후 국내 지하철 객차 내 공기질 관리방안 설정을 위한 기초자료의 확보를 목적으로 객차 내에 발생하는 먼지에 대한 운행시간별, 지상 및 지하 운행구간별 및 객차 내 인구밀집별, 입자의 크기에 따른 농도변화 특성 등 다각적 환경조건에 따른 지하철 객차 내 먼지의 농도분포를 조사하여 제시하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

서울 지하철 전 노선 1-8호선을 대상으로 2006년 9월 1일부터 9월 30일까지 한 달 동안 조사하였다. 호선별로 시발역에서 종착역까지 3회씩 연속하여 조사가 이루어졌다. 측정시간은 일일 출퇴근 시간대와 비교적 이용자가 적은 시간대를 고려하여 아침 07시부터 09시 및 18시부터 20시까지를 침투 시간으로, 11시부터 1시까지를 비침투 시간으로 구분하여 총 3개의 시간대로 나누어 이루어졌으며, 각 노선별로 3

회 연속하여 조사가 이루어졌다.

2.2 연구방법

광산란 방식의 휴대용장비(DustMate, Turnkey Instruments Ltd)를 이용하여 공기 중 입자상물질을 총부유분진(TSP), PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁로 구분하여 측정하였다. 전체 열차 중 중간 열차의 중앙에서 이루어졌으며 측정위치는 출입문 개폐여부에 따른 미세먼지 농도분포를 위해 출입문 입구 선반을 1개 지점으로, 출입문 개폐여부에 있어 안정적인 중앙 선반을 1개 지점으로, 총 2개 지점을 선정하여 조사하였다. 또한 객차 내 승객수와 미세먼지간의 관계를 조사하기 위해 기록자가 탑승하여 각 노선별, 역별 승객수의 변화를 기록하였다.

참고 문헌

- 건설교통부, 한국건설기술연구원 (2002) 지하철 구간의 환경관리방안 및 오염도 저감에 관한 연구.
서울특별시 지하철공사 (2003) 지하공기오염 저감방안에 관한 연구.
조영민, 박덕신 (2004) 객차의 공기질 현황 및 쾌적성 연구, 한국대기환경학회춘계학술대회, 255-257.
Adams, H.S., M.J. Nieuwenhuijsen, and R.N. Colvile (2001) Determinants of fine particle(PM_{2.5}) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK, Atmospheric Environment, 35, 4577-4566.
Adams, H.S., M.J. Nieuwenhuijsen, R.N. Colvile, M.A.S. McMullen, and P. Khandelwal (2001) Fine particle(PM_{2.5}) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK, Sci Total Environ, 279, 29-44.
Chan, L.Y., W.L. Lau, X.M. Wang, S.C. Lee and C.Y. Chan (2002) Commuter exposure to particulate matter in public transportation modes in Hong Kong, Atmospheric Environment, 36, 3363-3373.
Dor, F., Y.L. Moullec, and B. Festy (1995) Exposure of city residents to carbon monoxide and monocyclic aromatic hydrocarbons during commuting trips in the Paris metropolitan area, J Air Waste Manage Assoc, 45, 103-110.
Perry, R. and I.L. Gee (1994) Vehicle emissions and effects on air quality indoor and outdoor, Indoor Environ., 3, 224-236.
Pfeifer, G.D., R.M. Harrison, and D.R. Lynam (1999) Personal exposures to airborne metals in London taxi drivers and office workers in 1995 and 1996, Sci Total Environ, 235, 253-260.
Phillips, J.L., R. Field, M. Goldstone, G.L. Reynold, J.N. Lester, and R. Perry (1993) Relationships between indoor and outdoor air quality in four naturally ventilated office in the United Kingdom, Atmos, Environ., 27A, 1743-1753.