

PA40) 지하역사 내 측정지점(외기-승강장-터널)에 따른 PM₁₀ 오염원 기여도 분석

Analysis of Source Contribution for PM₁₀ according to Measurement Sites in Underground Subway Station

정혜선¹⁾ · 선우영^{1),2)} · 김수향¹⁾ · 조한기²⁾ · 박인엽²⁾ · 손윤석¹⁾ · 김조천^{1),2)}

¹⁾건국대학교 신기술융합학과, ²⁾건국대학교 환경공학과

1. 서 론

서울시 지하철은 1974년에 1호선을 개통한 이래로 하루 평균 약 23만 명으로 시작하여 현재는 약 400만 명이 이용하고 있다. 또한 서울뿐만 아니라 각 광역시에도 향후 지하철 증설공사가 계획되어 있어, 이용승객들이 더 증가할 것으로 예상된다. 이처럼 지하철은 현대인들의 대중교통수단으로 자리매김하였다. 그러나 지하철 역사 대부분이 밀폐된 지하공간으로 실내오염에 대한 관리가 쉽지 않아, 이용시민들의 건강에 악영향을 끼칠 수 있다. 이에 2003년부터 다중이용시설 등의 실내공기질관리법을 개정하여 시행 중이며, 제시하고 있는 실내공간오염물질은 PM₁₀, 폼알데하이드, 이산화탄소 등을 포함한 총 10개의 물질로 구성되어 있다. Nieuwenhuijsen et al.(2007)은 여러 국가들의 지하철 시스템에서 측정된 미세먼지 농도 수준을 비롯한 원소구성, 발생요인, 이용승객들의 건강에 미치는 영향들을 정리하여 비교분석하였다. 또한 지하철 이용승객들의 PM_{2.5}와 TSP(Total Suspended Particulates) 평균 노출 농도가 택시 운전자보다 각각 8배와 12배로 더 높게 측정되었으며, 지하철에서 발생된 미세먼지는 대기 중의 미세먼지보다 독성이 더 높은 것으로 알려져 있다.

지하철 이용승객 및 작업자의 건강에 영향을 미치는 미세먼지의 오염원은 크게 열차운행으로 인한 발생, 환기시설을 통한 외부공기의 유입과 지하철 이용승객들에 의한 발생 등으로 나눌 수 있다. 이 중에서도 환기시설을 통한 외부공기의 유입과 열차 운행으로 인하여 발생하는 미세먼지가 상당히 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 지하철 역사의 외기, 승강장, 터널구간의 PM₁₀에 대한 농도변화 특성과 PM₁₀에 포함된 PM_{2.5}의 비율분석을 수행하여, 오염원 기여도 산출 및 PM₁₀과 PM_{2.5}의 이온성분을 분석하고자 하였다. 특히 지하역사에서 PM₁₀과 PM_{2.5}가 발생하는 여러 오염원 중 외기의 측정을 보완함으로써 외기와 지하역사 내의 상관관계를 명확하게 밝히고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 2010년 3월부터 4월까지 3호선 D역을 대상으로 외기, 승강장 및 터널구간에서 미세먼지 시료를 Low volume air sampler를 사용하여 1.5 m 높이에서 채취하였다. 그림 1은 오염원 추정을 위하여 본 연구에서 수행된 측정지점을 나타내고 있다. 채취유량은 16.7 l/min이고, 채취시간은 당일 지하철 운행이 시작되는 오전 5시부터 지하철 운행이 종료되는 익일 1시까지 20시간 측정하였다. 사용된 필터는 47 mm Zefluor(Pore-size 2.0 μm)를 사용하였고, 시료포집 전·후의 무게 차이와 유량, 포집시간을 이용해서 PM₁₀과 PM_{2.5}의 질량 농도를 산정하였다.

이온분석 장비의 Suppressor 및 Column은 각각 음이온(ASRS 4 mm, AS18A)과 양이온(CSRS 4 mm, CS12A)으로 구성된 IC(Ion Chromatography, Dionex, ICS-2000)분석 장비를 이용하여 NH₄⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ 양이온 5개 물질과 SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻ 음이온 3개 물질로 총 8개의 물질을 대상으로 분석을 수행하였다.

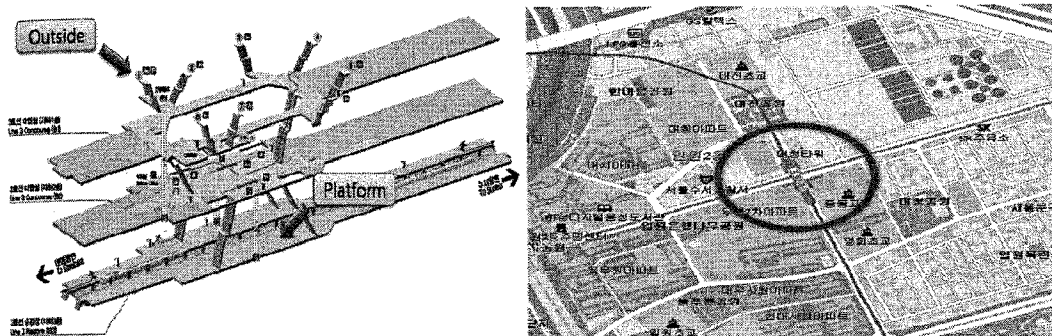


Fig. 1. Sampling sites for PM₁₀ concentration.

3. 결과 및 고찰

본 연구의 결과는 1개의 역사에서 집중적으로 측정하여, PM₁₀의 농도 변화와 오염원의 기여도 파악이 용이할 것으로 예상된다. 또한 외기를 동시에 측정함으로써 외기와 지하역사 내의 상관관계를 명확하게 밝히고자 한다. 또한, 향후 추가적인 연구를 통해, 계절별 변화 및 장기적인 시간에 따른 외부 환경으로 인한 오염원에 대한 기여도를 산정함으로써 효과적인 개선 및 저감방안을 제시하는데 크게 기여할 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 서울시정개발연구원의 서울시 산학연 협력사업 일환인 “지하역사 및 터널의 인공지능형 공기질 제어 및 관리시스템 개발(CS070160)”사업 및 국토해양부의 U-City 석·박사과정 지원사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김진경, 백남원 (2004) 서울 지하철 내 공기 중 먼지의 특성에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 30(2), 154-160.
- 윤상렬, 김조천, 손운석, 김필현, 강영훈, 정상귀, 선우영, 노철언 (2009) 겨울철과 여름철의 지하철 터널 내 미세먼지 밀도 추정을 위한 입경분포 특성 연구, 한국대기환경학회 2009 추계학술대회 논문집, 616-617.
- 서울메트로 (2009) <http://www.seoulmetro.co.kr/main.action>.
- Christer Johansson and Per-Åke Johansson (2003) Particulate matter in the underground of Stockholm, Atmospheric Environment, 37, 3-9.
- Nieuwenhuijsen, M.J., J.E. Gómez-Perales, and R.N. Colville (2007) Levels of particulate air pollution, its elemental composition, determinants and health effects in metro systems, Atmospheric Environment, 41, 7995-8006.