

PF16) 도시철도에서의 PM₁₀ 특성 조사 및 오염원 확인

Investigation of PM₁₀ Characteristics and Identification of Sources in the Metropolitan Subway

고현기 · 이태정 · 이민주¹⁾ · 김신도¹⁾ · 김동술

경희대학교 환경응용과학과 대기오염연구실 및 환경연구센터,

¹⁾서울시립대학교 환경공학과

1. 서 론

서울시의 주요 교통수단인 지하철은 대량수송 및 정시성 등의 많은 장점으로 1974년 운영을 시작하여 이래 규모적인 측면에서 비약적 성장을 거듭하고 있다. 서울시 지하철의 교통분담율은 1994년 28.3%에서 2006년 34.7%로 증가하였으며, 버스의 교통분담율 27.6%를 크게 앞지르고 있다(서울시, 2007). 서울시 지하철은 중요한 시민들의 교통수단의 하나로 교통난 해결에 일조하고 있으며, 지하 역사 내 공기질 오염도에 대한 사회적 관심 또한 점점 증가하고 있는 추세이다. 지하 역사 내 오염물질의 발생은 주로 흡기시설 및 열차풍에 의한 외부공기 유입과 승객들에 의한 외부면지의 유입을 들 수 있으며, 역사 내부의 구조물에서 자체 생성되는 물질을 포함할 수 있다(김윤신 등, 1994). 따라서 지하철역사는 대기환경과는 달리 공간의 밀폐성으로 외부와의 공기순환이 원활히 이루어지지 않고 있어 환기시설의 관리가 미흡할 경우 각종 유해물질의 발생 시 그 농도가 축적된다는 점에서 그 위해성이 크다고 볼 수 있다(Cooper and Alley, 1986).

본 연구에서는 서울시 도시철도 역사 및 터널에서 미세먼지를 채취하고 화학적 분석을 실시하여 각 측정 지점별 미세먼지 농도와 무기성분 및 이온성분의 특성에 대하여 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2010년 1월 7일부터 1월 23일까지 서울 지하철 4호선 미아삼거리역에서 실시하였다. 시료는 외기, 승강장, 승강장 앞 터널(A), 미아삼거리에서 길음역 방향의 터널(B) 등 총 4개 지점에서 채취하였다.

외기와 승강장 앞 터널(A)에서는 mini-vol portable sampler(Model 4.1, Airmetrics co., USA)를 사용하여 포집 유량은 5 l/min로 고정하여 약 24 시간씩 포집하였다. 승강장과 미아삼거리에서 길음역 방향의 터널(B)에서는 PM₁₀(PM_{2.5}) Sequential Sampler(Model PMS-102 and PMS-103, APM Eng, CO., Korea)를 사용하여 시료를 포집하였다. 포집 유량은 16.7 L/min로 약 24시간 동안 시료를 연속으로 채취하였다. 시료채취는 무기성분 및 이온성분의 분석을 위하여 직경 47 mm, pore size 2 μm의 Teflon filter(Zeflour, PAll Cor, USA)를 사용하였다.

Teflon filter에 채취된 시료의 무기원소 분석을 위해 microwave를 이용한 질산-염산 전처리법을 수행하였으며, 이들 시료는 ICP-AES 분석법(Leeman Lab Inc.)을 이용하여 Al, Mn, V, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Si, Ti, Ba, Ag 등 14개 항목의 무기원소 성분을 분석하였다. 또한, 이온성분의 분석을 위해 초음파 추출기로 초순수에 침출시킨 후 IC 분석법(Dionex 2001)을 이용하여 Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg₂⁺, Ca₂⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ 등 총 8개 항목의 수용성 이온성분의 농도를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

각 지점별 미세먼지(PM₁₀) 농도는 외기 77.2 μg/m³, 승강장 107.7 μg/m³, 터널(A) 222.9 μg/m³, 터널(B) 206.3 μg/m³로 조사되었다. 미세먼지 농도는 터널(A) > 터널(B) > 승강장 > 외기 순으로 다른 측정지점보다 터널의 미세먼지 농도가 높은 것으로 나타났다.

Table 1. PM₁₀ and PM_{2.5} concentration at different sampling sites in the subway station. (unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Point	Outdoor	Platform	Tunnel(A)	Tunnel(B)
PM ₁₀	77.2	107.7	222.9	206.3
PM _{2.5}	52.9	49.6	115.6	141.1

또한, ICP-AES 분석법으로 분석한 무기원소 성분 중 Fe, Cu, Pb, Mg의 농도는 그림 1과 같다. Fe의 농도는 터널 31.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승강장 전방 터널 19.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 승강장 3.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 외기 0.614 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 비해 매우 높은 농도를 확인할 수 있었다. 이는 지하철 차량 운행시 브레이크 사용에 의한 레일 마모의 영향으로 확인된다.

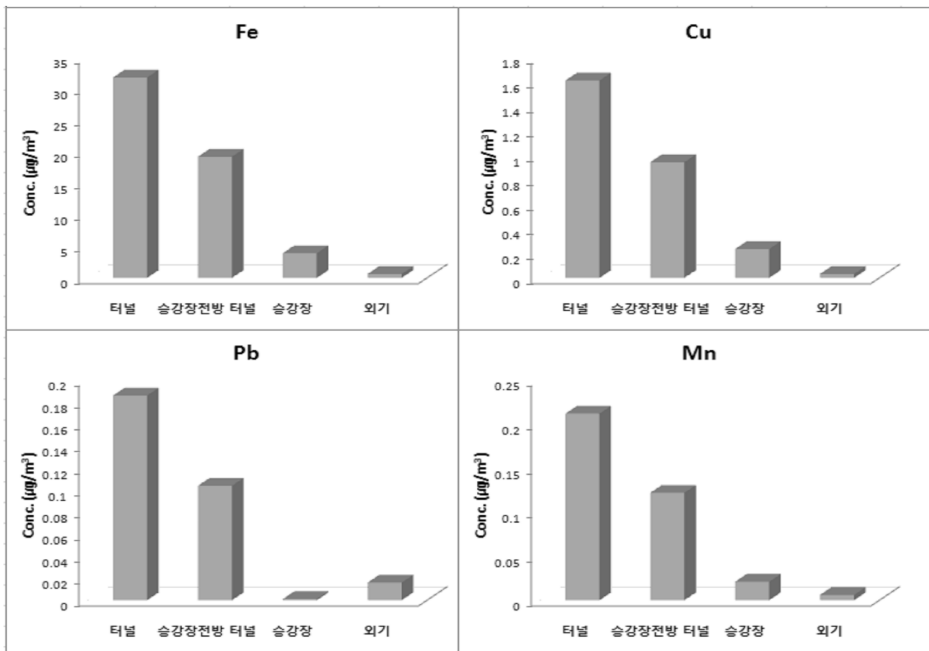


Fig. 1. Concentration of inorganic elements in study areas.

위와 같은 방법으로 분석된 무기성분 및 이온성분을 비교·분석하여 향후 도시철도의 역사와 터널 각 지점에서 발생하는 미세먼지의 특성을 파악하고 그 오염원을 규명하고자 한다.

사 사

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호#09 미래도시철도 A-01)의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 김윤신, 신용배, 김신도, 김동술, 전준민 (1994) 서울시 일부 지하철역내 대기오염물질에 대한 조사연구, 한국환경위생학회지, 20(1), 19-27.
- 서울시 (2008) 서울통계연보.
- Cooper, D. and F.C. Alley (1986) Air Pollution Control: A Design Approach.