

PB1) 서울지역 지하철역사내 공기질 조사

Studies on Air Quality in Seoul Metropolitan Subway Stations

전재식 · 신도철 · 이민환 · 김민영 · 신재영
 서울특별시 보건환경연구원

1. 서 론

서울시 지하철은 일 평균 400만명 이상의 높은 수송율로 교통난 해결에 일조하고 있으나 지하철역사내 공기질 오염도에 대한 사회적 관심이 증가하고 있는 실정이다.

지하역사내 오염물질 발생은 주로 흡기시설 및 열차풍에 의한 외부공기의 유입과 승객들에 의한 외부 먼지의 유입을 들 수 있으며, 역사내부의 구조물에서 자체 생성되는 물질을 포함할 수 있다(김운신 등, 1996). 따라서 대기환경과는 달리 공간의 밀폐성으로 외부와의 공기순환이 원활히 이루어지지 않고 있어 환기시설의 관리가 미흡할 경우 각종 유해물질의 발생시 그 농도가 축적된다는 점에서 그 위해성이 크다고 볼 수 있다(David Cooper et al., 1986).

현재 지하생활공간 공기질관리법에서는 미세먼지(PM₁₀) 등 14개 물질을 공기오염물질로 규정하고 있으며 그 중 미세먼지(PM₁₀) 등 7개 항목에 대하여 기준을 설정하여 관리하고 있다. 먼지는 공기역학적 직경 2.5 μ m을 기준으로 미세입자와 초대입자로 구분 할 수 있으며 10 μ m이하의 입자가 호흡성 분진으로 알려져 있다(Emison, G. A., 1988). 특히 가스상에서 입자상으로 변환된 2차 입자상 오염물질은 인체의 호흡기관의 높은 침착율과 단위 질량당 비 표면적이 크기 때문에 유기, 무기화합물 및 중금속 등 유해물질이 고농도로 흡착될 수 있다는 점에서 PM_{2.5}에 대한 규제가 미국 등 몇 개국에서 시행되고 있다.

본 연구에서는 지하철역사내에 분포하고 있는 먼지(PM_{2.5}, PM₁₀, TSP)의 중량농도 및 이산화탄소(CO₂)등의 농도분포를 조사하여 지하생활공간 공기질 관리를 위한 정책결정의 기초자료를 제공하는 데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

본 연구에서는 1기 지하철(1호선~4호선)구간과 2기 지하철(5호선, 7호선~8호선)구간 중 3호선 및 7호선은 2개 역사씩, 나머지 역사는 각 1개 역사씩 9개 역사를 측정대상으로 선정하여 총 24개 지점(승강장, 매표소 및 환승통로)에 대하여 1999년 2월~12월까지 10개월에 걸쳐 수행되었다. 측정역사 및 지점에 대해서는 표 1에 나타내었다.

Table 1. Measurement Station And Site

No. of Line	1		2		3		4		5		7		8	
Station	A	B	C	D	E	F	G	H	I					
Site	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.	Con.
	Plat.	Plat.	Plat.	Plat.	Trans.	Trans.					Trans.	Trans.		
No. of Samples	20	20	20	40	40	20	20	30	30					

Plat. : Platform, Con. : Concourse, Trans. : Transform

미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5})를 포집하기 위해서 Mini Volume Air Sampler(미국 Metrics Co.)를 사용하여 24시간 측정하였으며, 총부유먼지(TSP)를 포집하기 위하여 고용량공기포집기를 사용하여 24시간 측정하였다. 먼지포집에 사용된 여지는 총부유먼지의 경우 Wattman제의 EPM2000을 사용하였고, 미세먼지는 테프론코팅된 유리여과지(Paliflex T60A20, ϕ 47mm)를 사용하여 시료포집 전, 후 24~48시간 항량후 마이크로바란스(Mettler UTM-2)를 이용하였다.

CO₂는 비분산적외선법을 이용한 CO/CO₂ Meter(일본 Fuji Co.)를 사용하여 측정하였다.

온도 및 상대습도는 온습도계(일본 Kanomax 6511)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

월별 TSP, PM₁₀의 평균농도는 Fig.1, Fig.2에 나타난 바와 같이 봄>겨울>가을>여름 순으로 봄철이 가장 높게 나타났으며 이는 대기환경의 먼지농도와 유사한 추이를 나타낸 점으로 미루어 보아 외부공기 질과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있으며 대기환경 보다 높은 농도로 나타나 자연환기가 되지 않는 밀폐공간의 문제점을 가지고 있다고 할 수 있다.

이용객이 일 평균 7만 명을 상회하는 B역사는 환승통로가 형성되어 있는 역사로 이산화탄소 평균농도 (677.4±105.0ppm) 및 먼지 평균농도(TSP:243.8±97.6 μg/m³, PM₁₀:128.2±41.5 μg/m³, PM_{2.5}:77.8±28.0 μg/m³)가 조사 역사 중 가장 높게 나타나고 있어 역사내 공기질의 상태가 이용승객의 수 및 외부공기와의 자연환기 능력 정도에 의해서도 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

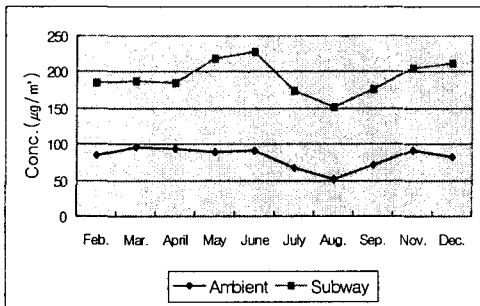


Fig. 1. Monthly variation of mass concentration for TSP in Ambient and Subway Station

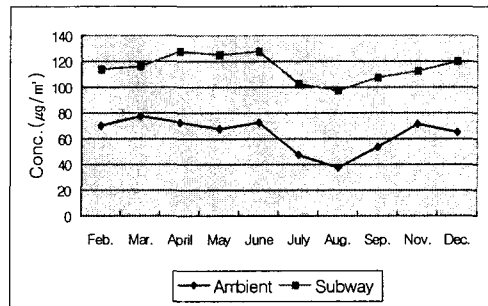


Fig. 2. Monthly variation of mass concentration for PM₁₀ in Ambient and Subway Station

지점별 평균농도는 모든 입경 크기에서 환승통로>승강장>매표소 순으로 환승통로에서 가장 높게 나타났으며 이는 승강장, 매표소에 비해 외부공기와의 자연순환이 어렵고 강제환기에 의존하는 밀폐공간의 문제점에 기인하는 것으로 사료된다. PM₁₀의 경우 환승통로 141.30±37.87 μg/m³, 승강장 120.93±34.60 μg/m³, 매표소 93.84±29.80 μg/m³로 나타났다. 현재 지하생활공간 공기질 기준인 200 μg/m³을 초과하는 지점은 3개소로 모두 환승통로로 나타났으며, 2002년부터 적용되는 150 μg/m³을 초과하는 지점은 조사된 환승통로 중 31.7%인 19개소, 승강장이 20%인 18개소로 나타났다. 지점별 질량농도비는 승강장 PM₁₀/TSP:61.8%, PM_{2.5}/PM₁₀:61.3%, 매표소 PM₁₀/TSP:62.4%, PM_{2.5}/PM₁₀:67.3%, 환승통로 PM₁₀/TSP:54.0%로 나타났다.

이산화탄소의 농도범위는 381.0~953.5ppm이었고 환승통로 688.3±120.09ppm, 승강장 572.4±85.58ppm, 매표소 563.2±97.64ppm로 환승통로에서 가장 높게 나타났다

습도범위는 12.2~73.5%로 월별 변화폭이 컸으며 환승통로에서 습도가 가장 높게 나타났고 온도범위는 1.1~31.9℃였으며 역시 환승통로에서 가장 높게 나타났다.

참고 문헌

김윤신 등, 대기오염개론, 대기환경연구회, 1996

David Cooper and F.C Alley, Air pollution control-A design approach, 1986

Emison, G. A., Overview of PM₁₀ police and regulation, An APCA/EPA International Specialty Conference, 1988.