

PG4) 지하철 역사내 측정위치별 휘발성유기화합물 농도조사 Surveys of the Concentration of VOCs at Measurement Sites in Subway

조장제 · 장정욱 · 최우건 · 박덕신¹⁾ · 김태오
금오공과대학교 환경공학과, ¹⁾철도기술연구원

1. 서 론

급속한 도시화와 인구 과밀화에 인한 교통 문제를 해결하기 위해 건설된 지하철과 부대시설은 일반시민들의 생활형태를 변화시키고 있으며 그에 따른 실내환경 문제로 야기 시키고 있다. 그리고 지하 공간의 증가와 함께 일반 시민들의 지하 공간에서의 생활시간이 길어지고 있으며 지하 공간 내의 공기질 악화도 가속화되고 있다.

미세먼지와 더불어 지하 공간의 공기를 악화시키는 원인중 하나인 휘발성 유기화합물질(Volatile Organic Compounds)은 인체에의 유해성 측면에서 중요시 되고 있다. 휘발성 유기화합물질은 그 종류가 매우 다양하고 발생원도 복잡, 다양하여 관리에 많은 어려움이 있으며, 측정·분석방법에 내재된 어려움으로 인하여 다른 대기오염물에 비해 상대적으로 연구가 미진한 항목으로 간주되어 왔다. 이에 본 연구에서는 그 동안 관련 연구와 기초 자료가 부족한 지하 공간에서 승강장, 대합실, 터널을 대상으로 배출되는 휘발성유기화합물의 농도 변화를 측정하여 지하역사내의 쾌적한 환경을 확보하기 위한 효과적인 방안을 정립하는데 일조하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 도심의 외곽지역을 통과하는 철도청 지하철 구간에서 실시되었다. 시료의 포집은 1,2,3차로 나누어 시행되었으며, 측정지점은 각 역사별 외기, 대합실, 승강장, 터널을 대상으로 하였다. 1차 측정은 2003년 2월 3일부터 11일까지 7개 역사의 승강장과 대합실에서 시행되었으며, 2차 측정은 4월 7일부터 15일까지, 3차 측정은 7월 8일부터 16일까지 실시되었다. 각 노선별 측정 역사는 과선선 3개역사, 일산선 2개역사, 분당선 2개역사를 대상으로 하였다.

시료 채취는 스테인레스 스틸 재질의 내면이 비활성 silica로 코팅되어 있는 canister(Restek사 silicocan, US)을 이용하여 포집하였고(US EPA, 1988). 휘발성 유기화합물(VOCs)을 안정적으로 포집하기 위해서 미국 EPA의 TO-14 방법에 준하였다. 포집시간은 오전 10시부터 18시까지 8시간동안 모든 시료 채취지점에서 동일하게 적용하였으며, 포집된 시료의 분석과정은 전 처리 장치에 canister를 연결하여 GC(HP6890)/MSD(HP5973N)로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 1, 2, 3차 측정에서 VOCs 물질 중 각 노선에서 공통적으로 높게 검출된 톨루엔과 벤젠의 농도를 측정위치별로 나타낸 것이다. 인덕원역의 경우 톨루엔이 외기의 약 3배인 43.26ppb가 측정되었고, 벤젠의 경우는 11.37ppb로 외기의 약 4배정도 높은 농도로 검출되어, 다른 역사보다 밀폐성에 기인한 농도 격차가 크게 나타났다. 일반적으로 실내공간과 실외공간의 오염도 격차를 1.2~1.4배 정도로 알려져 있어 인덕원역의 오염도가 심각함을 알 수 있다(김영민 등, 1995). 일산선의 주역, 대화역사는 전체 역사 가운데 전반적으로 가장 높은 농도를 나타냈으며, 외기와 대합실의 VOCs 구성물질의 농도가 터널보다 높게 검출되어 특정 오염원이 존재함을 알 수 있다. 분당선의 경우 비교적 다른 노선에 비해 낮은 농도가 검출되었지만 특정지점의 농도는 일산선보다 높은 농도로 측정 되었다.

본 연구에서 실내·외 공간의 VOCs 농도의 특성을 알 수 있었으며, 외부공간에서 유입되는 VOCs의 농도의 특성에 관한 측정 및 정량적 기여도 산정 등 향후 추가적인 연구가 이루어질 것이다.

Table 1. Major VOC species concentration of each station.

(unit : ppb)

VOCs		Toluene				benzene			
site		외기	대합실	승강장	터널	외기	대합실	승강장	터널
인덕원	1차	15.91	13.52	26.52	43.26	3.70	3.83	5.90	11.37
	2차	7.93	6.86	8.53	4.78	1.04	1.10	1.06	1.60
	3차	11.45	8.10	9.13	18.08	1.85	0.75	0.86	0.89
경마공원	1차	13.88	15.43	14.70	11.26	1.66	2.95	2.46	1.46
	2차	5.08	4.18	5.22	3.78	0.65	0.78	0.64	1.27
	3차	9.97	10.35	11.41	16.27	0.73	0.94	0.81	0.71
선바위	1차	15.44	20.65	22.20	19.55	3.22	3.80	3.85	3.04
	2차	8.35	14.50	11.67	3.13	1.14	1.30	1.21	1.08
	3차	6.33	6.01	6.07	9.67	0.63	0.58	0.55	0.82
주엽	1차	38.16	42.49	41.32	22.34	3.78	4.40	3.54	2.03
	2차	8.66	11.00	3.49	29.40	0.73	0.69	0.77	1.02
	3차	82.64	122.93	134.04	70.637	6.06	19.37	20.90	3.30
대화	1차	40.67	21.64	27.31	30.53	5.98	2.30	2.68	2.30
	2차	23.10	21.07	46.98	41.72	1.30	1.10	1.50	1.70
	3차	29.86	26.48	27.28	27.81	1.07	1.53	2.16	1.11
모란	1차	10.27	11.01	12.33	20.86	1.76	1.78	2.26	3.01
	2차	11.86	15.92	12.12	14.12	1.84	1.68	1.02	0.89
	3차	10.52	20.25	16.49	16.76	1.16	1.02	0.89	1.00
태평	1차	4.33	4.20	5.38	9.397	2.93	1.86	2.15	0.54
	2차	16.01	12.03	16.02	9.31	0.90	0.73	0.93	1.08
	3차	15.37	20.75	21.77	34.84	0.940	0.96	1.02	1.92

참 고 문 헌

US EPA (1988), Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air, EPA/600/4-89/017, Research Triangle Park, USA.

B. Zabiegala, T. Gorecki, E. Przyk, J. namiesnik (2002), Permeation passive sampling as a tool for the evaluation of indoor air quality, Atmospheric Environment, vol 36, 2907-2916.

김용표, 나광삼, 문길주(1999), 울산공단지역의 휘발성 유기화합물 농도. 한국 대기환경 학회지, VOL. 15, NO. 5.

김영민, 맥성욱, 김윤신(1995), 도시지역 실내·외 공기질 조사(III)-휘발성 유기화합물, 대기학회 논문집 1권.