

지하역사 공기질 조사

○ 지하역사 공기질 측정망 상시 운영하여 측정결과에 따른 환기시설 개선 및 이용객들의 건강 보호

1. 조사개요

- 조사기간 : 2021년 1월 ~ 12월(연중상시)
- 조사대상 : 91개 역사 104개소(승강장 91개소, 대합실 13개소)
- 조사지점 : 1호선 32개소, 2호선 37개소, 3호선 13개소, 4호선 9개소, 대합실 13개소
- 조사항목 : PM-2.5, PM-10, CO₂, CO, NO₂, HCHO

2. 조사방법

- 측정방법 : (미세먼지(PM-10, PM-2.5)) 베타선흡수법, (이산화탄소, 일산화탄소) 비분산적외선법, (이산화질소) 화학발광법, (폼알데하이드) 액체크로마토그래프법
- 지하역사 실내공기질 기준

유지기준					권고기준
PM-2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화탄소 (ppm)	일산화탄소 (ppm)	폼알데하이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화질소 (ppm)
50 이하	100 이하	1,000 이하	국가 10 이하 부산시 7 이하	국가 100 이하 부산시 90 이하	0.1 이하

3. 조사결과

- (지하역사 공기질 현황) 대부분 항목 매년 지속적으로 개선되고 있음
 - 전년대비 초미세먼지(PM-2.5) 농도 일반대기($17 \mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 16 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 지하역사($21 \mu\text{g}/\text{m}^3 \rightarrow 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 감소
 - 일반대기 대비 PM-2.5 12.5% 높음, NO₂ 81.3% 높음, PM-10 3.1% 낮음
 - 유지(권고)기준 대비 PM-2.5 36%, PM-10 31%, CO₂ 49%, NO₂ 29% 수준

표 1. 지하역사 공기질 측정망 평균 농도

구분	PM-2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	NO ₂ (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2018년	23	36	548	0.5	0.040	6.2
2019년	23	35	525	0.5	0.034	4.1
2020년	21	31	490	0.5	0.032	2.8
2021년	18	31	489	0.5	0.029	1.9
대기질* (2021년)	16	32	-	0.3	0.016	-
대기질* (2020년)	17	31	-	0.4	0.018	-

* 대기질 : 지하역사 주변 대기오염자동측정망 19개 측정소 평균농도

담당부서 : 미세먼지안전팀(☎051-309-2793)

팀장 : 조은정, 담당자 : 정은지

○ (월별 농도 특성)

- PM-2.5 및 PM-10은 대기질 농도가 다소 상승한 동절기(1~2월, 12월), 폼알데하이드는 실내온도 상승에 따른 증발 배출량이 증가하는 하절기에 높게 조사되었음
- CO₂는 코로나-19의 영향으로 이용객 감소로 2020년 이후로 계속 감소 추세
- NO₂, CO는 비교적 낮은 농도 수준을 보인 하절기 외 연중 큰 변화 없이 비슷한 농도 수준
- PM-2.5는 매월 대기질 농도 수준에 따라 실내농도가 변동되며 대기질보다 높게 조사 되었으나 PM-10은 급기구 내 필터 집진 효과로 대기질보다 조금 낮거나 유사한 농도 수준 유지

표 2. 월별 지하역사 공기질 현황

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
PM-2.5 (µg/m ³)	20	23	23	19	19	20	14	14	12	15	21	22	18
대기질	19	21	21	16	16	16	10	10	8	13	19	20	16
PM-10 (µg/m ³)	32	35	41	34	36	32	23	23	22	28	35	33	31
대기질	37	37	61	38	37	27	18	20	17	23	35	32	32
CO ₂ (ppm)	487	491	492	485	489	491	486	480	472	493	503	503	489
CO (ppm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
NO ₂ (ppm)	0.034	0.034	0.032	0.031	0.03	0.029	0.021	0.022	0.021	0.028	0.035	0.033	0.029
HCHO (µg/m ³)	1.7	1.7	1.4	1.7	1.8	2	2.5	2.6	2	2.1	1.8	1.5	1.9

○ (호선별 PM-2.5 농도 특성)

- 호선별 PM-2.5 연평균 농도(µg/m³)는 1호선(22) > 3호선(18) > 2호선(17) > 4호선(15) 순으로 시설이 노후한 (자갈도상, 반밀폐형 스크린도어, 환기시설 공사 지속적 시행) 1호선이 높았음
- 1호선은 비교적 대기질 농도가 높은 서부산에 위치한 동매⇄서대신 구간과 도심에 위치한 중앙⇄부전 구간이 다소 높았으며 나머지 구간은 안정된 농도 수준을 나타내었음
- 2호선은 울리, 동원 및 가야⇄주례 구간 외 대부분 지점이 20 µg/m³ 미만으로 유사한 수준을 보였음
- 3호선 및 4호선은 지점별 큰 차이를 보이지 않았으나 심도가 깊은 배산, 만덕 및 연산이 높은 값으로 조사되었으며 대합실은 하단, 부전역이 비교적 높게 조사되었음
- 스크린도어 형태별 농도 수준은 밀폐형 역사가 반밀폐형 역사 대비 1호선은 28%, 2호선은 12% 저감효과 보였음

표 3. 호선별 PM-2.5 평균 농도

구분	1호선		2호선		3호선	4호선
	밀폐형	반밀폐형	밀폐형	반밀폐형		
2020년 (µg/m ³)	20	25	18	20	20	16
	23		20			
2021년 (µg/m ³)	18	25	15	17	18	15
	22		17			

호선별 및 대기 PM-2.5농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

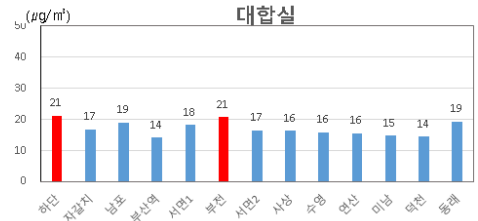
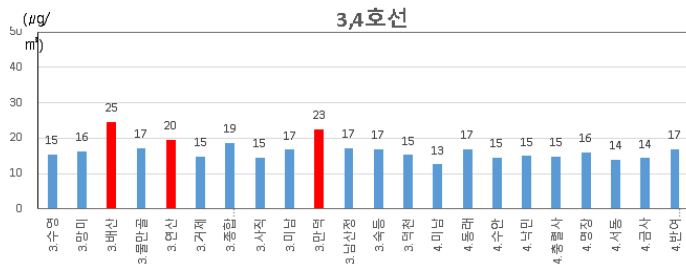
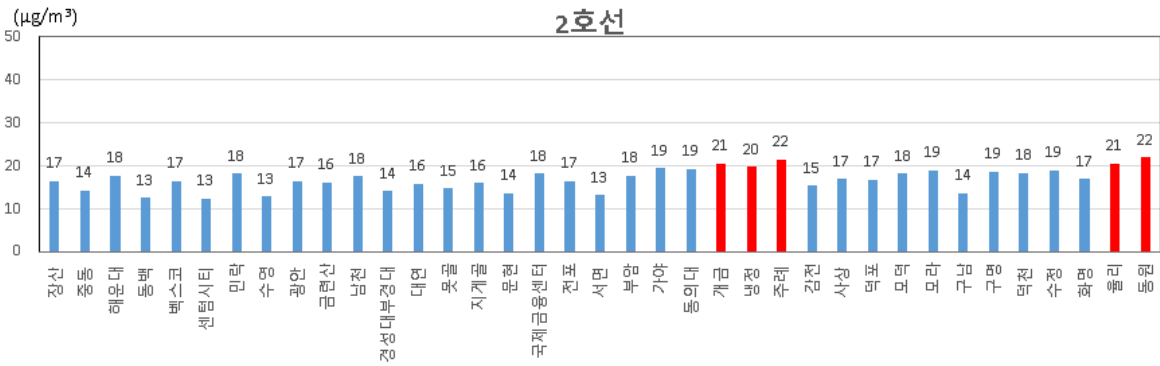
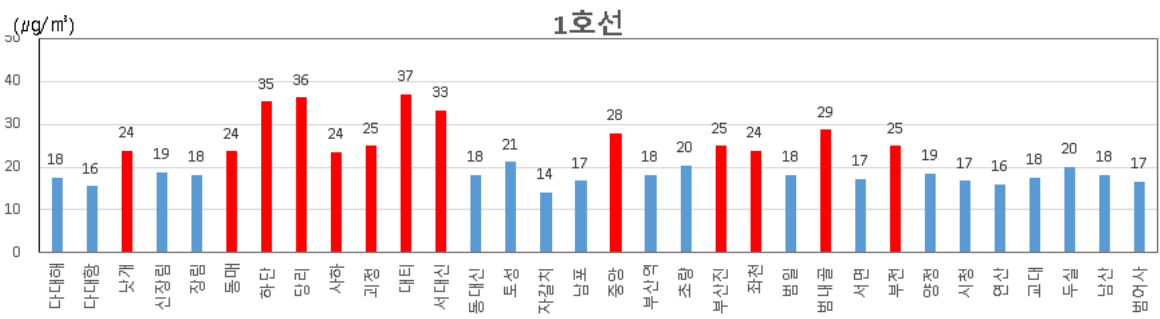
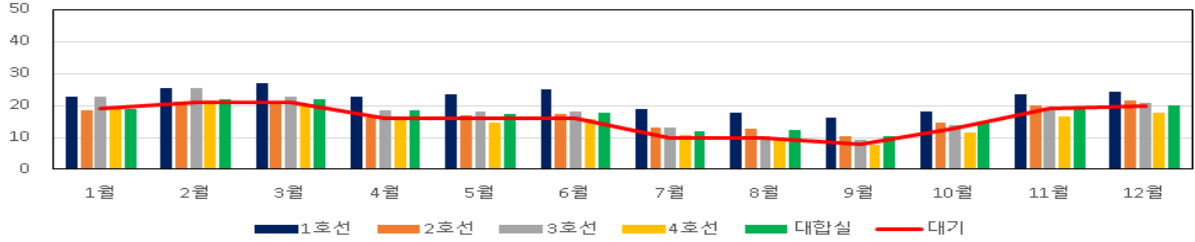


그림 1. 역사별 PM-2.5 농도분포

○ (I/O ratio를 이용한 지하역사 실내공기질 관리 평가)

- 1호선 I/O ratio 평균 1.4, 2, 3호선 1.1, 4호선 1.0으로 전 역사 실내공기질 관리 필요
- * I/O ratio(외기에 대한 실내 농도 비) : 실내공기질 관리실태 평가지표 (1이상인 경우 관리 필요)
- 1호선은 2021년 지속적인 환기시설 개선공사로 환기가 적절하게 이루어지지 않아 I/O ratio가 지속적 높음
- 시설이 노후한 1호선 하단⇄서대신역은 최근까지 I/O ratio가 1.5 이상으로 밀폐형 스크린도어 설치, 터널 내 오염물질 제거를 위한 집진차량 운영, PM-2.5 제거용 2차 필터 설치 등 저감대책 필요
- 1호선을 제외한 노선에서는 3호선 배산역이 1.5 이상으로 조사되었으며 기타 역은 1.0에 가까운 값으로 점차적으로 개선되어지는 추세임

표 4. 호선별 PM-2.5 및 I/O ratio 평균

1호선	1호선	2호선	3호선	4호선	대합실
실내	22	17	18	15	17
대기	16	16	16	16	16
I/O	1.4	1.1	1.1	1.0	1.1

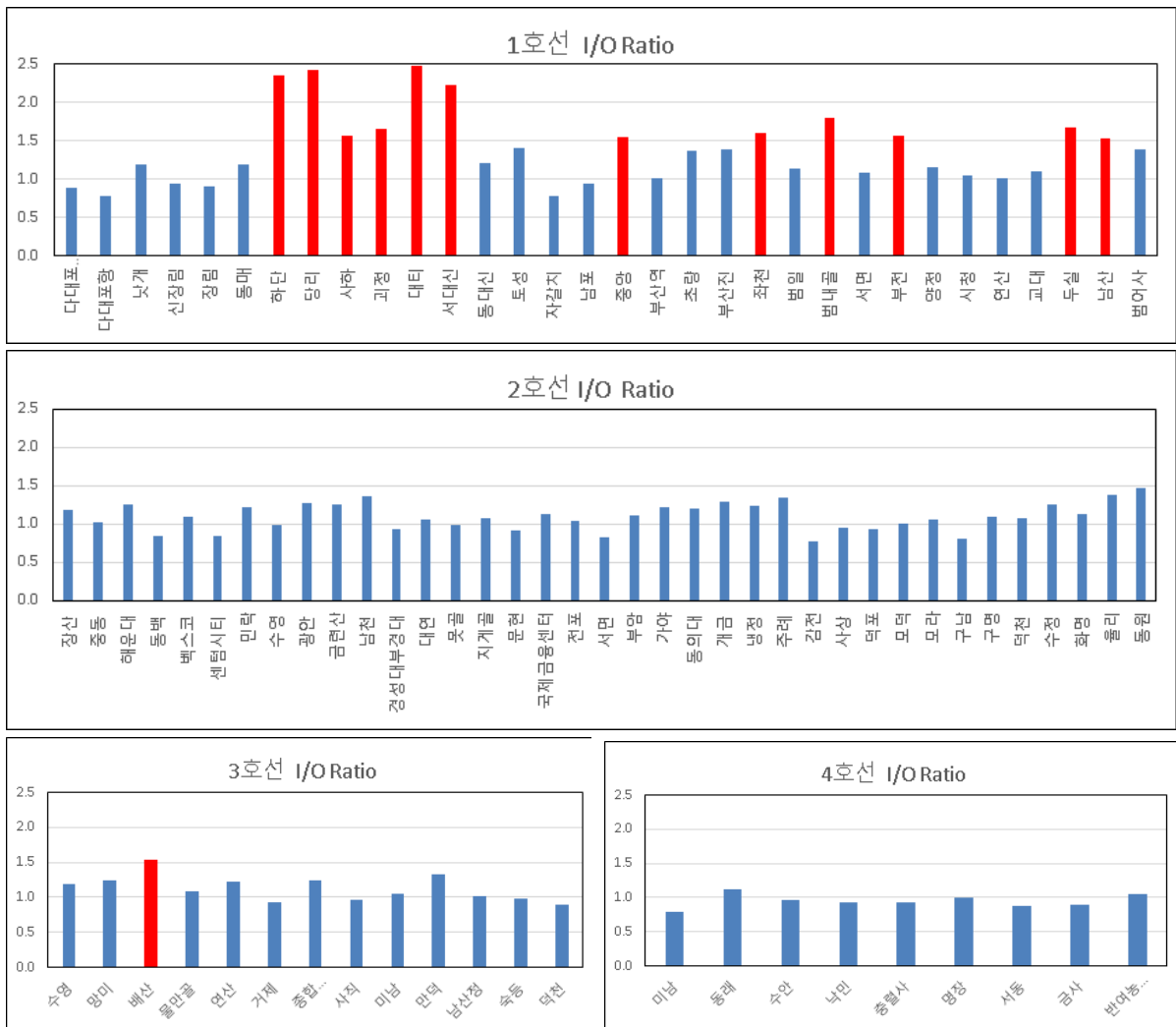


그림 2. 역사별 PM-2.5 I/O ratio

○ (기준 초과 내역) 유지기준 초과횟수 PM-2.5 344회(초과율 0.9 %)

- 3/29 PM-2.5 주의보 발령으로 104개소 중 98개소 기준초과, 5/8 PM-2.5 주의보 발령으로 34개소 기준초과
- 6월 1호선 하단역 수막설비 설치 소방공사로 28회 기준초과, 7월 1호선 대티역 환기시설 공사로 7회 기준초과, 8월 1호선 서대신역 환기시설 공사로 6회 기준초과, 12월 1호선 낮개역 환기시설 공사로 6회 기준초과
- 2호선 초미세먼지 저감장치 단계적 시공(2021년 하반기)
- 1호선은 노후역사로 지속적인 환기시설 관련 공사 진행(2021년 공사 지속)
- 3월과 5월 미세먼지 주의보 발령으로 인하여 전 호선에 기준초과 역사가 발생하였으나 이후 1호선을 제외한 호선에서는 기준초과 역사가 거의 없는 것으로 조사

표 5. 지하역사 노선별 PM-2.5 기준초과 현황

구분	1호선	2호선	3호선	4호선	대합실	합계	초과율(%)
계	249	49	20	9	17	344	0.9
1월	6	0	0	0	0	6	0.2
2월	12	2	5	0	0	19	0.7
3월	49	34	12	9	12	116	3.6
4월	16	0	0	0	0	16	0.5
5월	47	7	3	0	5	62	1.9
6월	56	0	0	0	0	56	1.8
7월	19	0	0	0	0	19	0.6
8월	13	0	0	0	0	13	0.4
9월	7	0	0	0	0	7	0.2
10월	3	0	0	0	0	3	0.1
11월	10	1	0	0	0	10	0.3
12월	17	5	0	0	0	17	0.5
2020년	252	201	13	5	9	480	1.5

○ (6대 광역시 지하역사 PM-2.5 농도)

- 6대 광역시 지하역사 4월~11월 초미세먼지(PM-2.5) 평균 농도는 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 서울(33)이 가장 높고 부산(17)은 가장 낮은 값으로 조사

표 6. 6대 광역시 지하역사 PM-2.5 평균 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

「실내공기질 관리 종합정보망」 4월~11월 자료 인용

구분	부산	서울 (1-9호선)	인천	광주	대구	대전	평균
4월	19	41	26	21	24	21	25
5월	19	42	26	22	22	20	25
6월	20	35	26	24	26	23	26
7월	14	28	23	20	23	18	21
8월	14	25	20	20	22	17	20
9월	12	23	18	19	18	17	18
10월	15	31	22	21	22	21	22
11월	21	42	29	23	24	22	27
평균	17	33	24	21	23	20	23

4. 활용방안

- 환경부 「실내공기질 관리 종합정보망」과 연계하여 조사 결과 대국민 공개

5. 기대효과

- 실시간 정보 제공을 통한 고농도 미세먼지 발생시 신속 대응 가능
- 부산교통공사와 협업 PM-2.5 고농도 지하역사 환기방법 개선 유도