

다중이용시설 등 실내공기질 평가

- 부산 관내 21개 시설군 190개소에 대하여 다중이용시설 실내공기질 검사 및 관리방안 제시
- 2019년 신축공동주택 및 대중교통차량 실내공기질 검사결과 보고 및 평가

1. 조사개요

- 조사기간 : 2019. 3. ~ 2019. 12.
- 조사대상 및 항목

구 분	검사대상	검사항목	비고
다중이용시설	190개소	미세먼지(PM-10, PM-2.5), 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균	유지기준
신축공동주택	8개소 (100세대 이상)	폼알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈	권고기준
대중교통차량	도시철도 1 - 4호선	미세먼지(PM-10), 이산화탄소	권고기준

※ 다중이용시설군별 실내공기질 검사대상(2019. 1. 1.)

구분	총계	지하역사	지하도상가	여객자동차터미널	공항여객터미널	항만시설대합실	철도역사대합실	도서관	박물관	미술관	장례식장	목욕장	대규모점포	학원	영화상영관	전시시설	PC영업시설	실내주차장	의료기관	어린이집	노인요양시설	산후조리원	신축공동주택
대상	1,441	91	9	2	2	1	1	10	8	2	18	59	118	15	29	4	143	259	313	269	62	26	48
검사시설	190	6	9	1	-	1	1	-	3	-	2	4	11	2	3	-	6	17	50	49	12	13	8

2. 조사방법

- 검사방법 : 실내공기질 공정시험기준, 대중교통차량의 실내공기질 측정방법

3. 조사결과

(다중이용시설 실내공기질 검사)

□ 총평

- 다중이용시설 21개 시설군 1,441개소 중 13.2%인 190개소 시설 검사
- 개정 실내공기질 관리법 기준 및 공정시험기준 적용(2019. 7. 1.)
 - 미세먼지(PM-10, PM-2.5), 폼알데하이드 기준 강화
 - 미세먼지 측정 : 6시간 → 24시간으로 변경

- 실내공기질 유지기준 초과시설은 3개소로 초과율 1.6%
 - 의료기관 1(이산화탄소, 폼알데하이드), 산후조리원 2(폼알데하이드)
 - 기준초과시설 개선명령 후 재검사에서 전 시설 적합
- 다중이용시설별 유지기준 항목 평균농도

구 분(개소)		미세먼지 (PM-10) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	초미세먼지 (PM-2.5)* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화탄소 (ppm)	폼알데하이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (CFU/ m^3)
전체 평균(190개소)		26.3	13.2	572	22.9	357
취약계층이용시설 (124개소)	기 준	75 이하	35 이하	1,000 이하	80 이하	800 이하
	평 균	22.2	12.3	608	24.2	357
	의료기관(50)	19.4	12.9	608	24.2	307
	노인요양시설(12)	23.2	13.7	571	18.0	291
	산후조리원(13)	12.4	8.1	639	49.3	210
	어린이집(49)	27.4	-	608	19.1	462
지하역사 등 13개 군 시설(66개소)	기 준	100~200 이하	50 이하	1,000 이하	100 이하	-
	평 균	34.5	17.8	505	20.1	-
	대규모점포(11)	27.9	11.9	484	20.9	-
	실내주차장(17)	27.3	19.6	538	12.3	-
	PC영업시설(6)	55.6	-	610	38.8	-
	영화상영관(3)	33.7	-	523	20.3	-
	박물관(3)	14.3	-	421	52.6	-
	학원(2)	39.6	-	607	41.6	-
	지하도상가(9)	35.0	-	470	10.4	-
	지하도역사(6)	50.3	-	414	-	-
	장례식장(2)	43.4	-	550	-	-
	향만시설(1)	47.3	-	413	-	-
	철도역사(1)	33.0	-	397	-	-
	여객터미널(1)	26.1	-	487	-	-
목욕장(4)	-	-	509	9.3	-	

* 실내공기질 관리법 개정(2019. 7. 1.) 이전에 검사한 시설군은 초미세먼지(PM-2.5) 항목 미측정

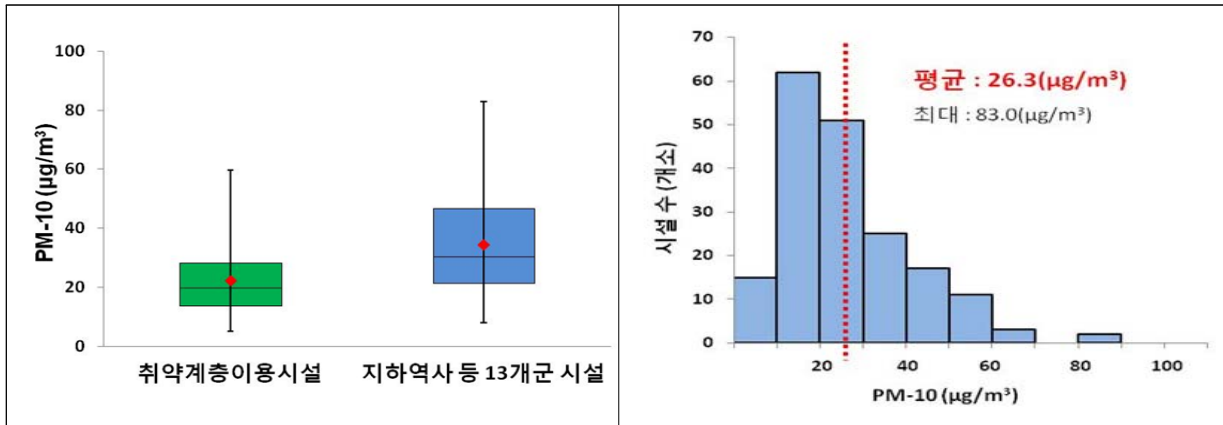
○ 연도별 기준 초과시설 현황

구 분	검사대상	기준 초과시설 현황		
		초과개소	초과율	초과내역
2019년	190개소	3개소	1.6%	- 의료기관 1(폼알데하이드, 이산화탄소) - 산후조리원 2(폼알데하이드)
2018년	179개소	4개소	2.2%	- 어린이집 4(총부유세균)
2017년	210개소	4개소	1.9%	- 어린이집 2(총부유세균) - 의료기관 2(폼알데하이드, 이산화탄소)

□ 항목별 검사결과

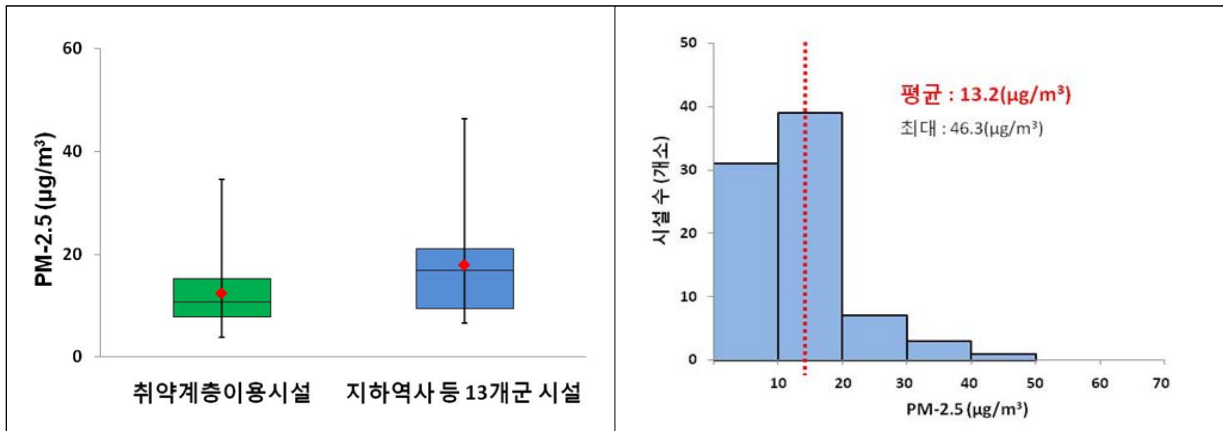
○ 미세먼지(PM-10)

- 전체 평균농도는 26.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모든 검사대상에서 유지기준 만족
- 취약계층이용시설군 평균농도 22.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 13개 시설군 평균농도 34.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 29.6%, 25.4% 수준을 보임
- 시설군별로는 PC영업시설(55.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 지하역사(50.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 항만시설 대합실(47.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 보임



○ 초미세먼지(PM-2.5)

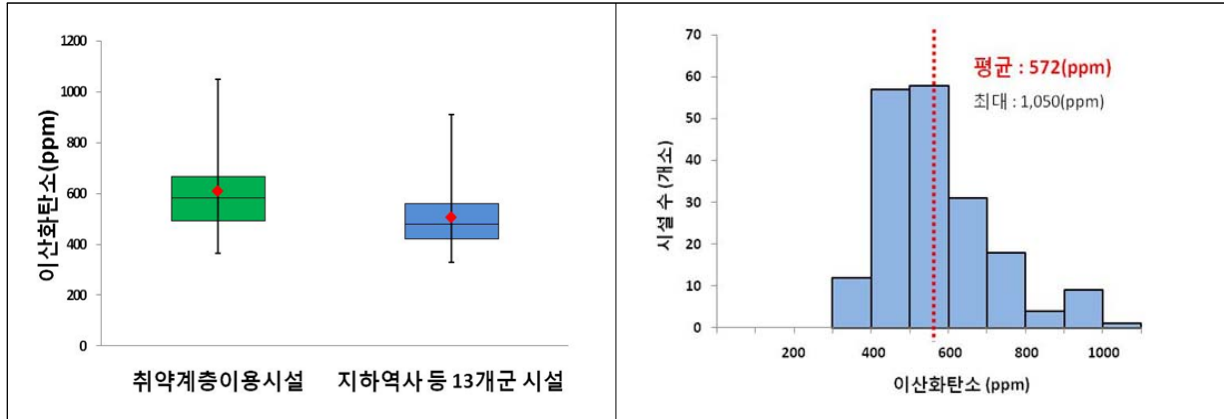
- 전체 평균농도는 13.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모든 검사대상에서 유지기준 만족
- 취약계층이용시설군 평균농도 12.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 13개 시설군 평균농도 17.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 35.1%, 35.6% 수준을 보임
- 시설군별로는 실내주차장(19.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 노인요양시설(13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 의료기관(12.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 보임



○ 이산화탄소

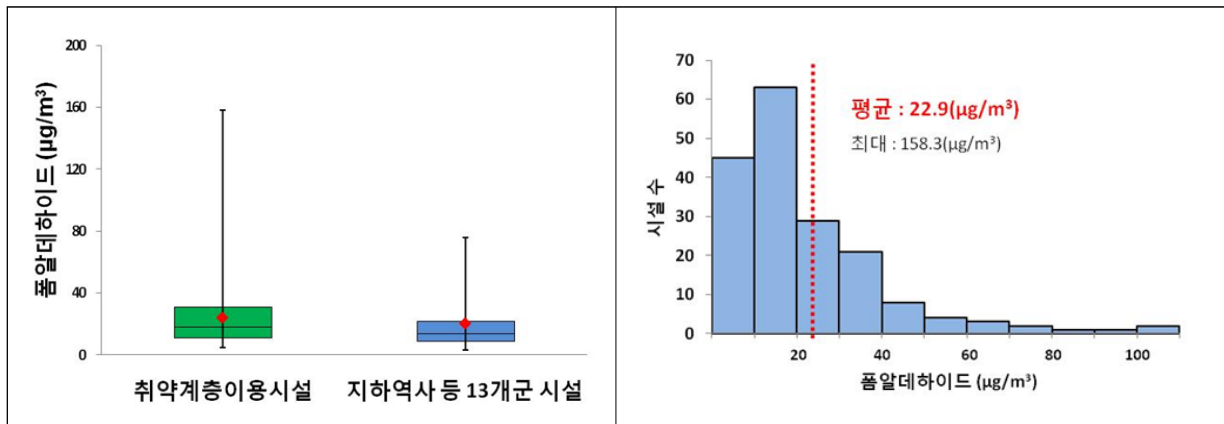
- 전체 평균농도는 572 ppm으로 의료기관 1개소에서 유지기준 초과하였으나, 그 외 검사대상에서 유지기준 만족

- 기준 초과 내용 : 의료기관 1개소 이산화탄소 1,050 ppm
→ 실내 환기시설 부적정 운영으로 인함
- 취약계층이용시설군 평균농도 608 ppm, 지하역사 등 13개 시설군 평균농도 505 ppm로 각각 유지기준의 60.8%, 50.5% 수준을 보임
- 시설군별로는 산후조리원(639 ppm) > PC영업시설(610 ppm) > 의료기관, 어린이집(608 ppm) 순으로 높은 농도값을 보임



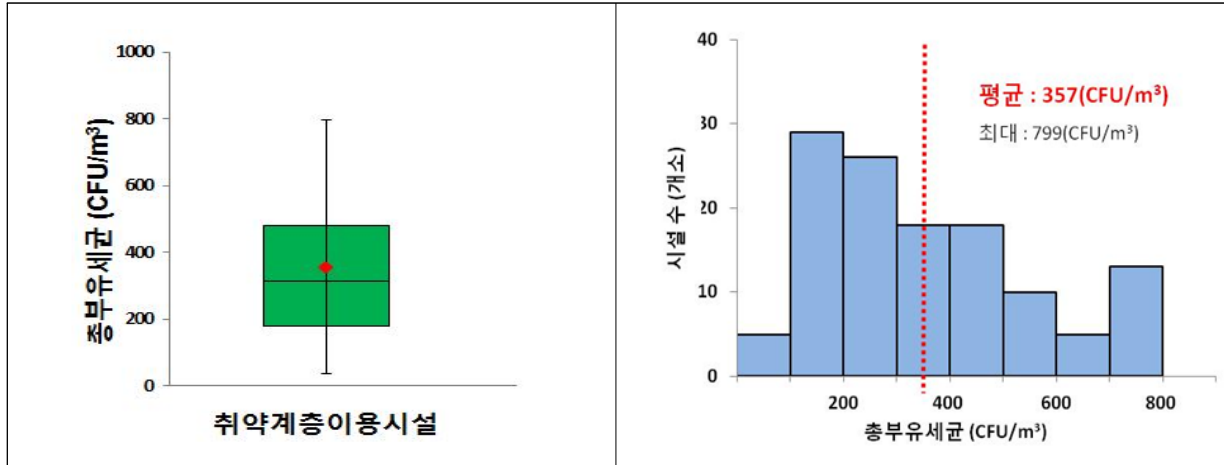
○ 폼알데하이드

- 전체 평균농도는 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 의료기관 1개소와 산후조리원 2개소에서 유지기준 초과하였으나, 그 외 검사대상에서 유지기준 만족
- 기준 초과 내용 : 의료기관 1개소 폼알데하이드 158.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
산후조리원 2개소 폼알데하이드 82.0, 110.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
→ 실내 환기시설 부적정 운영으로 인함
- 취약계층이용시설군 평균농도 24.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 13개 시설군 평균농도 20.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 30.3%, 20.1% 수준을 보임
- 시설군별로는 박물관(52.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 산후조리원(49.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 학원(41.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 보임



○ 총부유세균

- 전체 평균농도는 357 CFU/m³으로 모든 검사대상에서 유지기준 만족
- 취약계층이용시설군 평균농도 357 CFU/m³로 유지기준의 44.6% 수준을 보임(지하역사 등 13개 시설군은 총부유세균 항목 미적용)
- 시설군별로는 어린이집(462 CFU/m³) > 의료기관(307 CFU/m³) > 노인요양시설(291 CFU/m³) 순으로 높은 농도값을 보임



(신축공동주택 실내공기질 검사)

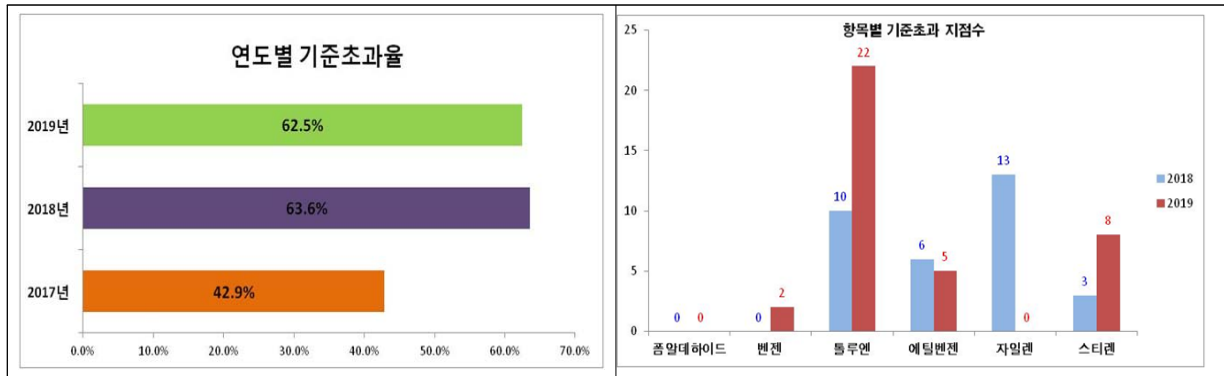
□ 총평

- 2019년 입주예정 신축아파트(100세대 이상) 총 48개소 중 8개소 검사(16.7%)
 - ※ 시 기후대기과 2019년 다중이용시설 등 실내공기질 관리 시행계획(2019. 2. 28.)에 따라 13개소를 대상으로 검사 예정이었으나, 관할 지자체 미의뢰로 검사 미실시
- 8개소 중 5개소 실내공기질 관리법 권고기준 부적합(63%)
- 총 측정지점 69개 지점 중 31개 지점 부적합(45%)
- 항목별 신축공동주택 휘발성유기화합물 농도

노선	권고기준(μg/m ³)	농도(μg/m ³)		
		최소	최고	평균
폼알데하이드	210	6.7	170.9	55.4
벤젠	30	2.5	42.6	6.6
톨루엔	1,000	93.4	3,182.2	889.5
에틸벤젠	360	16.9	1,174.5	138.9
자일렌	700	12.3	651.9	126.7
스티렌	300	2.1	774.8	144.5

□ 항목별 검사결과

- 벤젠 2개, 톨루엔 22개, 에틸벤젠 5개, 스티렌 8개 지점에서 기준초과, 폼알데하이드, 자일렌은 기준 초과 없음
 - ※ 2개 항목 중복 초과 : 10개 지점, 3개 항목 중복 초과 : 1개 지점
- 항목별 평균농도는 톨루엔이 889.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (기준대비 89%)로 가장 높았으며, 자일렌이 126.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (기준대비 18.1%)로 가장 낮았음
- 연도별 기준초과율은 2017년 42.9%에서 2019년 62.5%로 지속 증가



(대중교통차량(도시철도) 실내공기질 검사)

□ 총평

- 대중교통차량 실내공기질 검사는 년 2회(동.하절기) 실시하였으며, 전 노선에서 실내공기질 권고기준을 만족하였음
- 도시철도 노선별 권고기준 평균농도

노선	미세먼지($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		이산화탄소(ppm)	
	비혼잡시간대	혼잡시간대	비혼잡시간대	혼잡시간대
도시철도 권고기준	200 이하		2,000 이하	2,500 이하
1호선	84	94	1,267	1,350
2호선	61	65	1,045	1,320
3호선	51	55	1,179	1,389
4호선	36	47	850	1,120
동해남부선	32	35	1,486	1,480

□ 항목별 검사결과

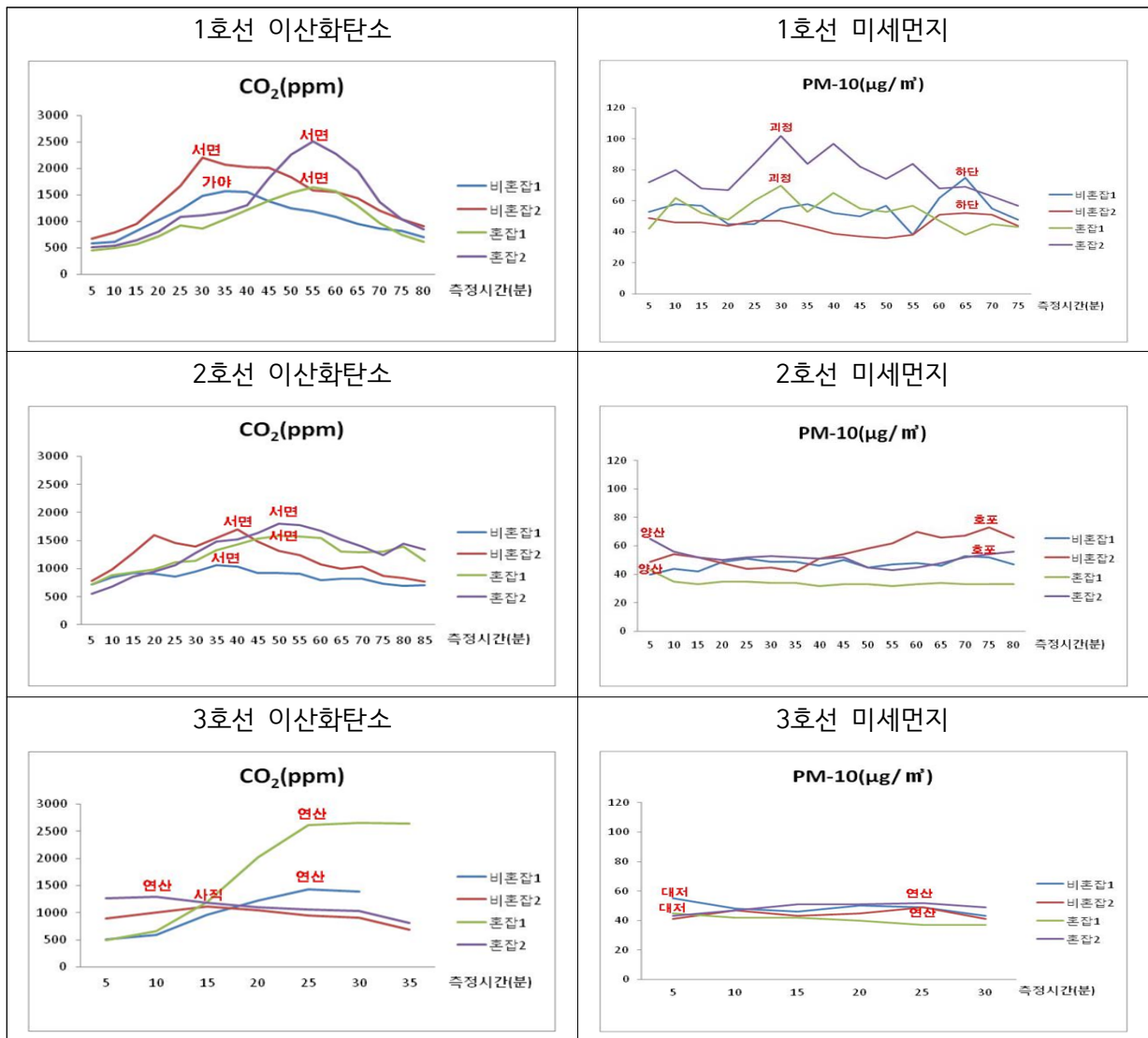
- 미세먼지(PM-10)
 - 전 호선에서 혼잡시간대가 비혼잡시간대보다 높은 농도를 보임
 - 하절기에 비해 동절기 외기의 높은 미세먼지 농도로 인하여 차량 내 미세먼지 농도 또한 하절기보다 높게 나타났고, 외기의 영향을 받는지 상구간 출발역(양산, 대저, 부전역)에서도 고농도를 보임

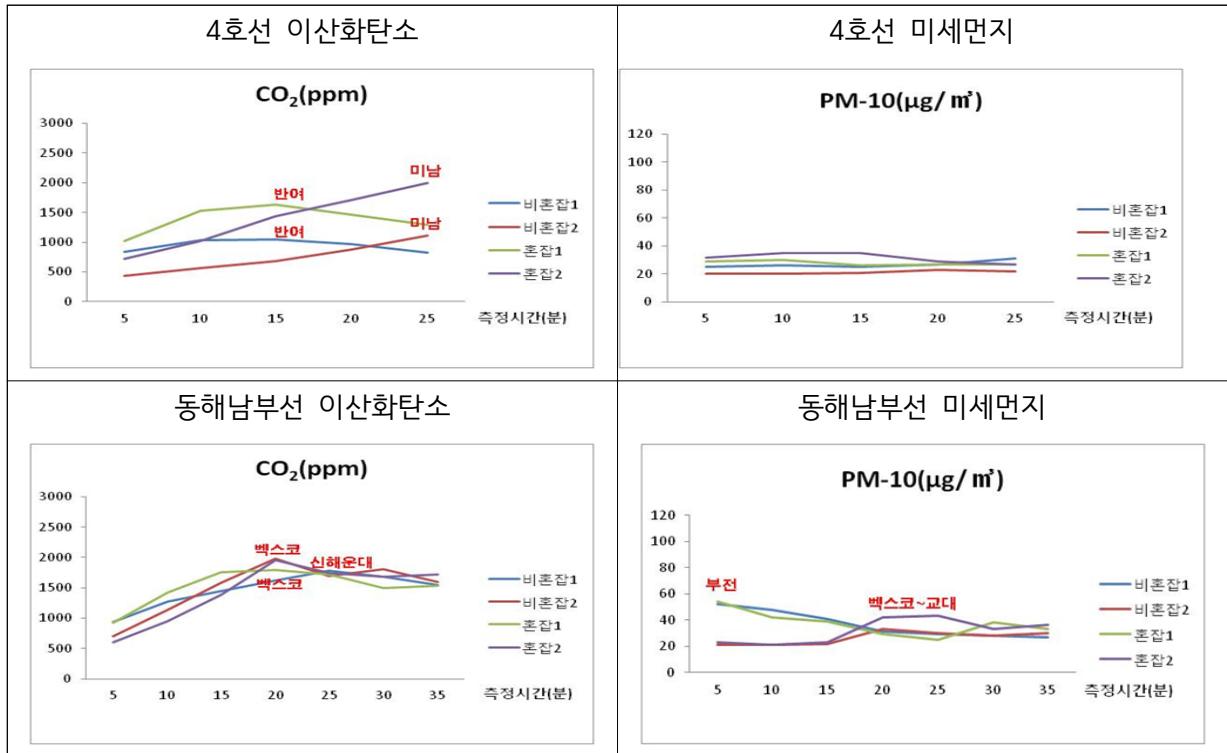
- 도시철도 개통년도에 따라 1 > 2 > 3 > 4호선 순으로 높은 농도를 보이고, 최근에 개통된 4호선과 동해남부선은 저농도를 보임

○ 이산화탄소

- 전 호선에서 혼잡시간대가 비혼잡시간대보다 높은 농도를 보임
- 1호선은 서면·연산역, 2호선은 서면·해운대역, 3호선은 연산·미남역, 4호선은 미남·동래역 부근에서 최고농도를 보이고, 이용객이 많은 서면, 연산, 벅스코역 등 환승역 부근에서 높은 농도를 보임
- 특히 이용객이 많은 출·퇴근시간과 오후 14시~17시 사이에 높은 농도를 보임
- 동해남부선은 객차 수가 적고 배차간격이 길어 많은 이용객이 집중되는 현상으로 도시철도보다 이산화탄소 농도가 높게 나타났으며, 특히 벅스코역 부근에서 최고농도를 보임

○ 구간별 농도변화





4. 활용방안 및 기대효과

○ 다중이용시설

- 2019년 항목별 고농도 시설군에 대한 검사 강화 및 현장 관리자 대상으로 실내공기질 관리 컨설팅 진행
- 공중이용시설(실내체육시설)의 추가로 확대된 시설군(21개 → 22개)에 대한 검사 강화

○ 신축공동주택

- 관리방안의 다변화를 통한 실내공기질 개선 유도
 - 조사 대상 확대(2019년 27% → 2020년 50% 이상)
 - 검사결과 공개대상 확대(대상 : 입주자 → 일반시민)

○ 대중교통차량(도시철도)

- 검사항목 변경(PM-10 → PM-2.5)을 통해 대중교통차량 내 공기질 모니터링 강화 및 시설 개선 유도