

다중이용시설 실내공기질 평가

- 다중이용시설 등의 실내공기 오염물질 농도 등에 대한 실태조사를 통해 쾌적한 실내공기 관리강화도와 실내공기 오염으로 인한 건강피해 관리전략 마련 자료 확보

1. 조사개요

- 법적근거
 - ▷ 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 제13조
 - ▷ '12 실내공기질 관리 기본계획(환경부)
 - 구·군청은 보건환경연구원에 시료채취, 분석 의뢰
- 검사항목 및 기간
 - ▷ 검사항목 : 미세먼지(PM10), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 폼알데하이드(HCHO), 총부유세균
 - ▷ 검사기간 : 2012년 5월 ~ 12월

2. 조사방법

- 조사방법
 - ▷ 시료채취
 - 실내공기질 공정시험기준에 준하여 대상시설별로 대표성을 고려, 바닥면으로부터 1.2 ~ 1.5 m 위치에서 오전 8시 ~ 오후 8시 사이에 채취
 - 미세먼지(PM10)는 3 mL/min 유속으로 6시간, 일산화탄소(CO) 및 이산화탄소(CO₂)는 1시간, 폼알데하이드(HCHO)는 오존전구물질 간섭을 배제하면서 300 ~ 1000 mL/min 유속으로 30분간 2회 연속, 총 부유세균은 총 포집량 250 L이하로 20분 간격으로 3회 채취 하였음
- 분석방법 : 실내공기질 공정시험기준 항목별 시험방법에 준함
- 평가방법 : 다중이용시설 내 각 측정점에서의 측정값을 평균하여 대상시설 오염도 평가
- 검사대상 선정
 - ▷ 총대상시설의 9 %이상을 유지기준 항목인 미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소 등을 점검하고,
 - ▷ 의료기관 및 보육시설은 면역력이 약한 환자, 노인 및 어린이가 이용하는 시설로서, 실내공기 오염에 노출시 건강상 위해가 보다 클 우려가 있어,
 - ▷ 해당 시설의 적극적인 실내공기질 관리를 유도하고 이용자 건강을 보호하고자, 의료기관 및 보육시설에 대해 총부유세균을 중점적으로 점검 실시

- ▷ '12.1.1. 부터 영화관, 학원, 전시장, PC방이 신규시설로 추가되었으며, 지하역사, 의료기관, 실내주차장, 대규모점포, 보육시설, 노인요양시설 등이 전년대비 대상 시설이 증가하였음.

표 1. 부산광역시 다중이용시설 실내공기질 관리대상현황

구 분	2012년	2011년	2010년
대상시설 수	1,001	873	703
의뢰시설 수	278	231	134

○ 검사대상 선정

- ▷ 구·군에서 선정하여 의뢰된 다중이용시설 278개소 중 271개소 실내공기 오염도 검사완료
 - 의료기관 3개소, 학원 1개소 및 PC방 1개소는 시설폐업으로 검사 불가
 - 의료기관 1개소는 사업장 이전에 따른 검사 불가
 - 보육시설 1개소는 대표자 변경에 따른 보수공사

표 2. 다중이용시설 실내공기질 검사내역

(단위 : 개소)

구분	총 계	지하역사	지하도상가	여객자동차터미널	공항철도역	도서관	박물관	미술관	의료기관	실내주차장	철도역사대합실	대규모점포	보육시설	국립노인요양시설	장례식장	무연간	산후원	영화관	전시장	학원	PC방
대상시설	1,001	85	9	2	2	8	2	1	209	189	1	113	214	8	10	76	21	27	2	10	12
오염도 검사	271	7	1	-	1	-	-	-	107	12	-	8	120	2	1	4	3	4	-	1	-

3. 조사결과

○ 오염물질별 평균 농도 특성

- ▷ 오염물질별 평균농도를 살펴보면, 미세먼지는 지하역사 및 지하도상가($65.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)와 실내주차장($62.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$)이 다른 시설 보다 높은 수준을 나타내었으며, 이산화탄소는 영화관 및 학원(726.5 ppm)과 보육시설(611.1 ppm)이 다른 시설 보다 높은 수준을 나타내었으며, 총부유세균($580.7 \text{CFU}/\text{m}^3$)은 보육시설이 다른 시설보다 높은 수준임.

▷ 미세먼지(PM10)

- 2012년 부산시 다중이용시설에서 조사된 미세먼지(PM10)의 전체 평균 농도는 $47.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모든 시설에서 유지기준을 만족하였음.
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 미세먼지의 기준은 실내주차장 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사, 지하도상가 등은 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 의료기관, 보육시설 등은 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 시설별 평균농도는 유지기준 대비 31.4 ~ 45.8 %의 수준으로 조사되었음.
- 지하역사내 교통약자 편의 시설인 승강기 설치 공사 및 승강장 스크린도어 설치공사 중인 한 지점에서 $215.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타나 유지기준을 초과한 사례가 발생하였음.

- 이는 공사 진행 중 미세먼지 관리에 특별히 관심을 기울여 환기시설 및 주기적 청소를 강화하여야 할 것으로 사료됨.

표 3. 다중이용시설별 유지기준 항목 평균오염도

구 분	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO2(ppm)	HCHO($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO(ppm)	총부유세균(CFU/ m^3)
기준	100~200이하	1,000이하	100이하	10이하	8000이하
전체평균	47.3	560.6	19.0	0.4	515.4
지하역사, 지하도상가	65.8	470.1	26.1	0.3	
의료기관	37.1	565.9	20.1	0.3	430.8
실내주차장	62.4	473.2	8.9	0.8	
보육시설	44.7	611.1	17.5	0.3	580.7
대규모점포	48.2	517.2	27.6	0.5	
노인요양, 산후조리원	45.8	554.1	21.4	0.3	385.4
영화관, 학원	47.1	726.5	13.6	0.4	
공항여객대합실, 장례식장, 목욕장	49.4	529.1	13.8	0.4	

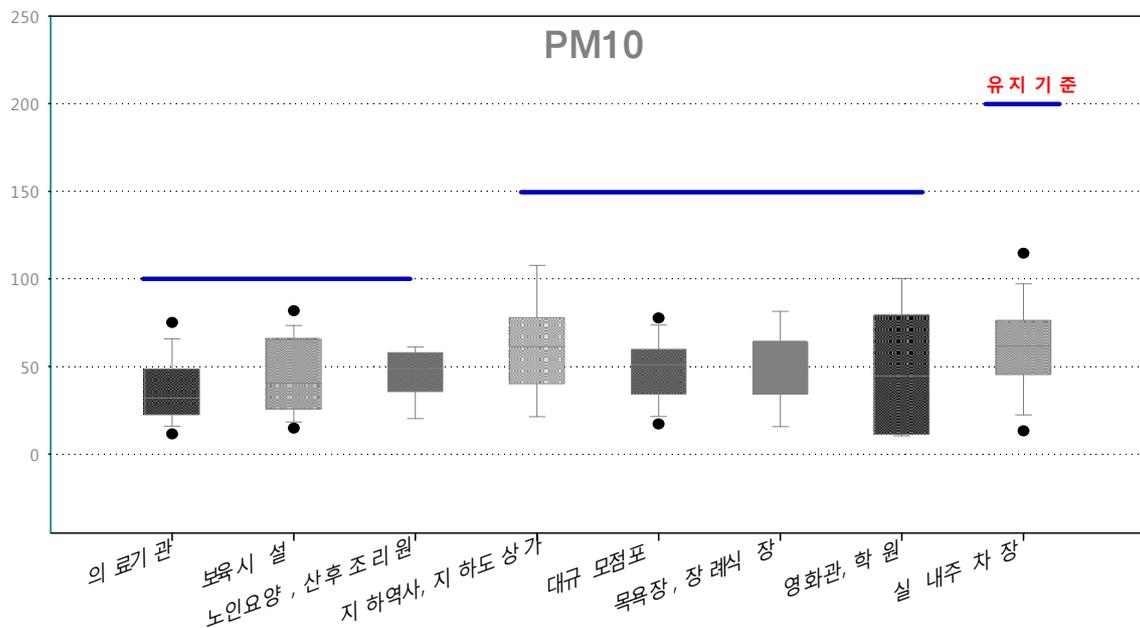


그림 1. 다중이용시설별 미세먼지(PM10) 농도분포

▷ 이산화탄소(CO₂)

- 2012년 부산시 다중이용시설에서 조사된 이산화탄소(CO₂)의 전체 평균 농도는 560.6 ppm으로 모든 시설에서 유지기준을 만족하였음.
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 이산화탄소의 기준은 1000 ppm이며, 영

화관, 학원, 인터넷컴퓨터게임시설 중 기계환기설비를 이용하는 시설의 기준은 1,500 ppm으로써, 시설별 평균 농도는 유지기준 대비 약 47~61 %의 수준으로 조사되었으며,

- 보육시설의 평균농도는 유지기준 대비 61.1 %로 다른 시설에 비해 높은 수준으로 조사되었음. 특히 800 ppm 이상으로 조사된 시설이 4개소이고, 900 ppm 이상인 곳도 있음.
- 이산화탄소는 인간의 활동 정도에 비례하며, 실내공기의 환기 상태를 평가하는 지표로써, 환기시설이 창문을 통한 자연환기 시설로 환기가 원활하지 못하며, 실내에 재실자가 많은 시설들의 이산화탄소 농도가 높으므로, 적절한 환기를 통하여 유지관리를 철저히 해야 할 것으로 판단됨.

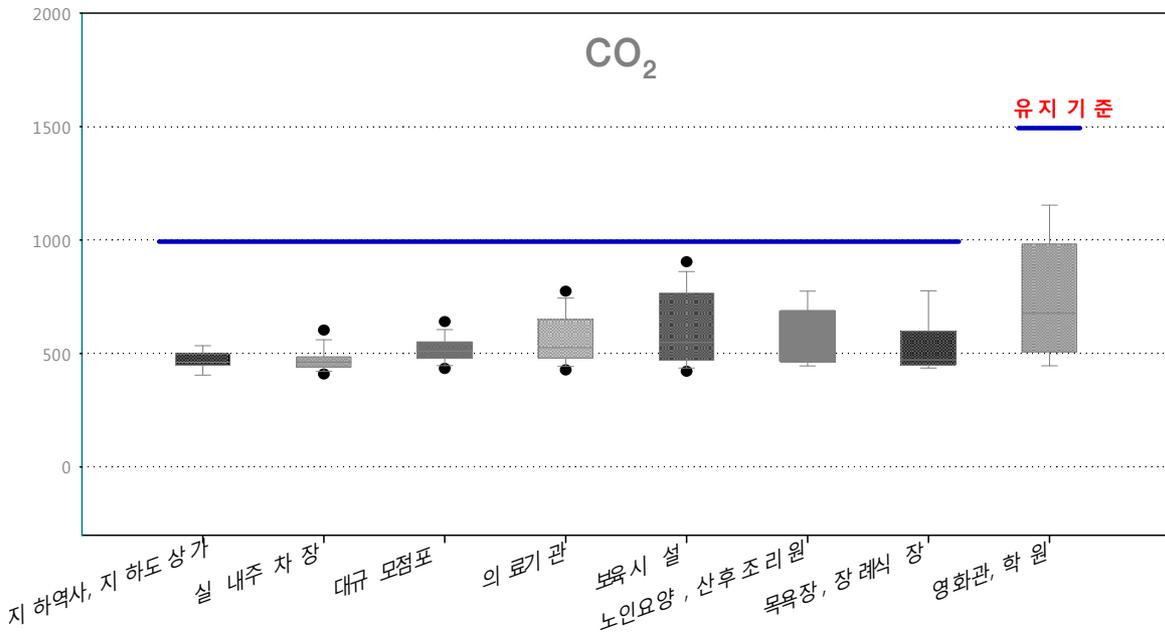


그림 2. 다중이용시설별 이산화탄소(CO₂) 농도 분포

▷ 폼알데하이드(HCHO)

- 2012년 부산시 다중이용시설에서 조사된 폼알데하이드(HCHO)의 전체 평균 농도는 19.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 조사되었으며, 조사대상 대부분의 시설이 유지기준을 만족하였으나, 지하도상가 1개소 및 보육시설 1개소에서 유지기준을 초과하였음.
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 폼알데하이드의 기준은 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 시설별 평균농도는 유지기준 대비 실내주차장이 8.9 %의 낮은 수준으로 조사되었으며, 대규모점포가 27.6 %로 다른 시설 대비 높은 수준으로 조사되었음.
- 폼알데하이드는 건축물에 많이 사용되는 단열재, 바닥재, 실내가구의 칠, 접착제, 섬유제품 등에 의해 발생하는 것으로 알려져 있고, HCHO 장기간 노출 시에는 기침, 설사, 어지러움, 피부질환 등을 유발하므로, 충분한 환기 및 친환경건축자재 사용을 통하여 이용시민 건강관리에 유의해야 할 것으로 판단됨.

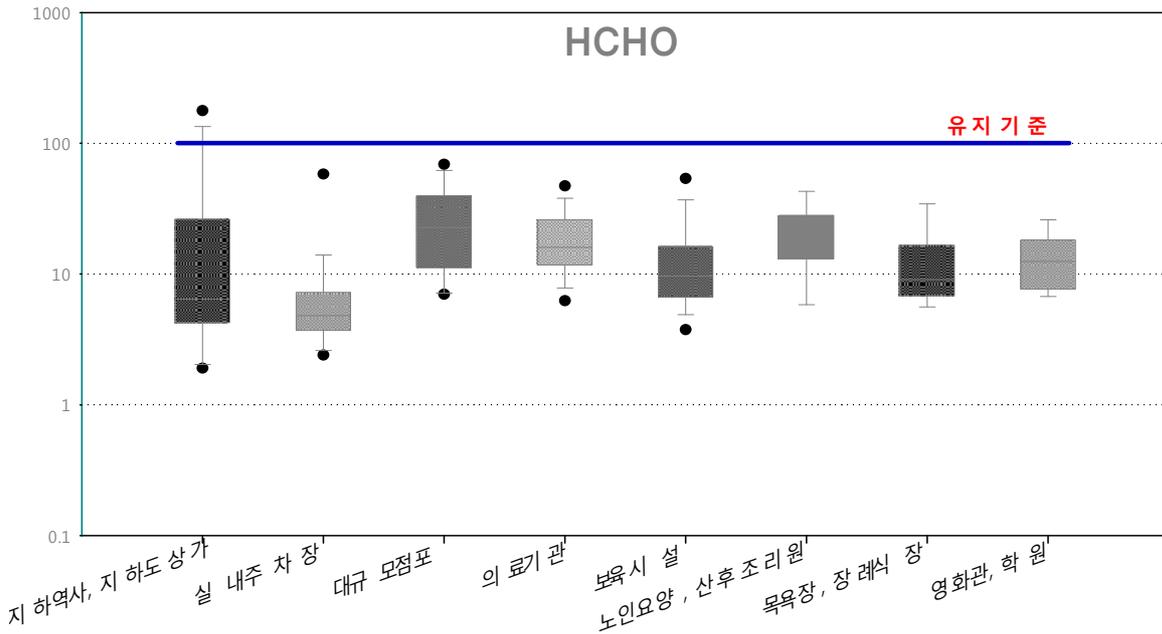


그림 3. 다중이용시설별 폼알데하이드(HCHO) 농도 분포

▷ 총부유세균(TBC)

- 2012년 부산시 다중이용시설에서 조사된 총부유세균(Total Bacteria Colony)의 전체 평균 농도는 515.4 CFU/m³으로 조사되었으며, 보육시설 6개소에서 유지기준을 초과하였음.
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 총부유세균의 기준은 800 CFU/m³이며, 현재는 노약자나 영·유아 이용시설인 의료기관보육시설·노인요양시설 및 산후조리원에 대해서만 기준이 설정되어 있음.
- 특히 저항력이 약한 영·유아 시설인 보육시설의 총부유세균 농도가 준에 거의 근접하는 시설이 다수이고, 유지기준을 초과한 지점 또한 다수 있음.
- 이는 적은 면적에 비해 많은 내실자수와 어린이들로부터 콧물, 재채기 및 교실에서 사용하는 카펫, 가습기, 이불 등으로부터 발생하여 환기불충분 및 위생관리상태 불량 등에 기인한 것으로 추정됨.

▷ 일산화탄소(CO)

- 2012년 부산시 다중이용시설에서 조사된 일산화탄소(CO)의 전체 평균 농도는 0.4 ppm으로 조사되었으며,
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 일산화탄소의 기준은 실내주차장 25 ppm, 다른 시설 10 ppm이며, 모든 시설에서 기준의 1/10보다 낮은 농도로 측정되었으며, 실내주차장에서 가장 높은 평균농도(0.8 ppm)로 조사되었음.
- 이는 주차장에 출입하는 자동차의 배출가스에 의한 것으로 추정됨.

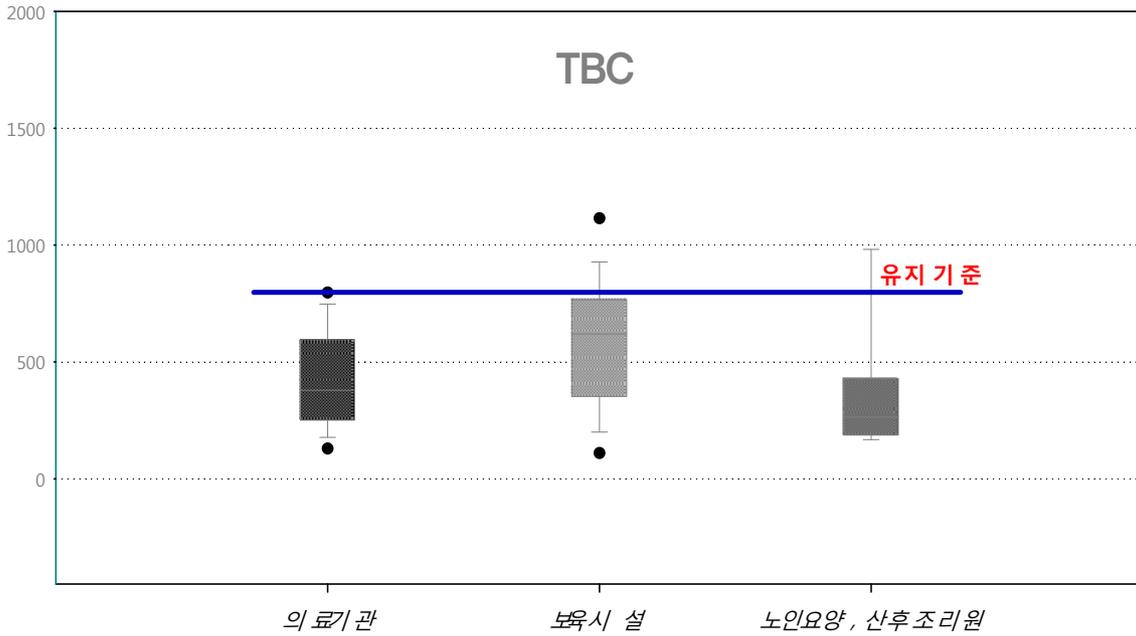


그림 4. 다중이용시설별 총부유세균(TBC) 농도 분포

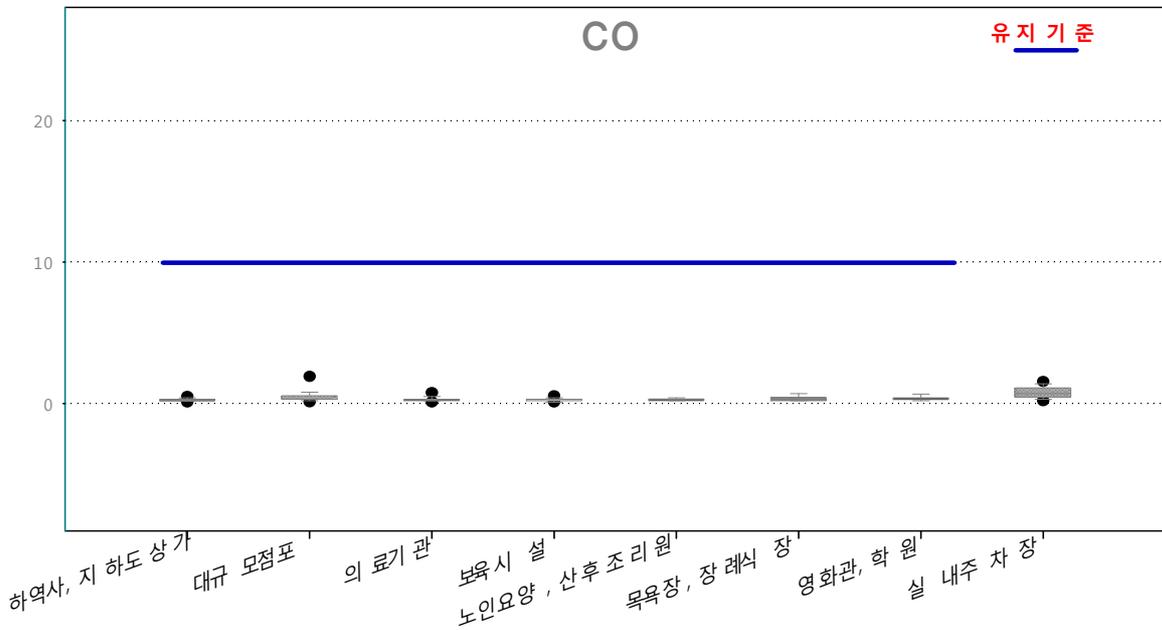


그림 5. 다중이용시설별 일산화탄소(CO) 농도 분포

- 다중이용시설 실내공기질 유지기준 초과현황
 - ▷ 측정항목 중 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 상의 유지기준을 초과한 항목은 폼알데하이드와 총부유세균이었음.
 - ▷ 커튼, 의류, 신발 등이 주 업종인 지하도상가 1개소와 실내장식을 위한 가구와 바닥 및 천정

등의 마감재 교체에 의한 원인으로 판단되는 보육시설 1개소에서 폼알데하이드 유지기준을 초과하였음.

- 폼알데하이드는 건축물에 많이 사용되는 단열재, 실내가구의 칠, 접착제, 섬유제품 등 넓은 범위에 걸쳐 사용되고 있으며, 섬유제품에서의 폼알데하이드는 대개 주름방지와 촉감 조절가공, 방염·방오·방전성 등을 위한 수지로 사용하고, 섬유가공 시 사용된 수지가 점차 분해되어 폼알데하이드를 발생시키는 것으로 알려져 있음.
 - 가구류 및 의류 등 폼알데하이드 발생가능 지점에서는 높은 농도수준이 검출되므로 오염이 우려되는 지점은 폼알데하이드의 노출을 줄이기 위하여 단기적으로는 국소환기설비 확보와 설비 운용에 철저를 기하여야 하며, 장기적으로는 환기설비 용량의 적정성 및 운용상태 수시 점검 등을 통한 유지관리를 해야 할 것으로 사료됨.
- ▷ 총부유세균 유지기준을 초과 시설은 보육시설이며, 보육시설 120개소(240 지점)에 대한 실내공기질을 측정한 결과 6개소 5%(43지점 17.9%)에서 기준을 초과하였음.
- 실내에는 곰팡이류, 각종 미생물이 서식하고 있으며 이러한 미생물은 각종 병원균을 포함할 수 있어 저항력이 약한 어린이에게 많은 영향을 미치므로 학습실, 보육실 및 화장실 등의 시설관리와 어린이들이 사용하는 카펫 및 이불의 정기적 세탁 등으로 철저한 위생관리가 필요함.
 - 특히 실내환경에 존재하고 있는 미생물들은 다습하고 환기가 불충분하며 공기질이 나쁠 경우 잘 증식하므로, 사용하는 공기청정기, 가습기 등의 철저한 위생관리, 온습도 및 적절한 환기 유지 관리로 부유세균의 번식을 줄여야 할 것으로 사료됨.

4. 결 론

- 2012년도 12월까지 검사한 271개소 중 7개소에서 유지기준을 초과 하였으며, 2개소는 재검사를 하여 시설개선 완료를 확인하였으며, 5개소는 개선이행 중이며 개선 완료 후 재검사 실시 예정임.
- 미세먼지의 시설별 평균농도는 기준의 약 45 % 이하로 측정되었으며, 비교적 유동인구가 많고 실내 활동이 활발하고, 차량통행이 많은 지하역사지하도상가실내주차장에서 높은 농도수준을 나타냄.
- 이산화탄소의 시설별 평균농도는 기준의 약 50 % 정도로 측정되었으며, 보육시설에서는 기준 대비 약 61 % 수준으로 나타났음.
- 폼알데하이드의 시설별 평균농도는 기준의 약 30 % 보다 낮게 측정되었으나, 진열상품과 내부 마감재 영향으로 대규모점포에서 평균 27.6 ug/m³으로 다른 시설보다 높은 수준으로 나타났음.
- 총부유세균의 전체 평균농도는 기준대비 약 64 %로 측정되었으며, 유아활동 및 음식물섭취 등의 영향으로 보육시설 평균농도는 기준대비 약 73 %로써 다른 시설보다 높고, 기준초과 시설 발생.
- 일산화탄소의 시설별 평균농도는 기준의 약 1/10 미만 수준으로 측정되었으며, 자동차배출가스

가 많은 실내주차장에서 0.8 ppm으로 가장 높게 측정되었음.

- 보육시설은 전염성질환알레르기질환·호흡기질환 등을 유발하는 오염물질 농도가 다른 시설군에 비해 높고, 기준 초과시설도 매년 발생하므로 공기정화기, 가습기 등의 철저한 위생관리와, 온도 습도 및 적절한 환기 유지 등 실내공기 특별 관리가 필요할 것으로 평가됨.

5. 향후계획 및 활용방안

- 보육시설 원장 및 보육교사에 대하여 관련 실국 교육 시 실내공기질 관리 요령 리플릿과 체크리스트 등 배포 및 강의예정(년 2~3회)
- 기준초과 시설이 있는 지하도상가 및 보육시설과 실내공기 민감계층 이용시설인 산후조리원, 노인의료복지시설 등을 중심으로 감사의뢰 유도