

다중이용시설 실내공기질 평가

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

1. 업무개요

- 법적근거
 - ▷ 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 제13조
 - ▷ '11 실내공기질 관리 기본계획(환경부)
 - 구·군청은 보건환경연구원에 시료채취, 분석 의뢰
- 검사항목 및 기간
 - ▷ 검사항목 : 미세먼지(PM10), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 폼알데하이드(HCHO), 총부유세균
 - ▷ 검사기간 : 2011년 5월 ~ 12월
- 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 채취하였음
- 분석방법 : 실내공기질 공정시험기준 항목별 시험방법에 준함
- 평가방법 : 다중이용시설 내 각 측정점에서의 측정값을 평균하여 대상시설 오염도 평가

2. 의뢰현황

- 검사대상 선정
 - ▷ 총대상시설의 10%이상을 미세먼지, 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소등을 점검하고,
 - ▷ 의료기관 및 보육시설은 면역력이 약한 환자, 노인 및 어린이가 이용하는 시설로서, 실내 공기 오염에 노출시 건강상 위해가 보다 클 우려가 있어,
 - ▷ 2011~2012년까지 전 의료기관 및 보육시설에 대해 총부유세균을 중점적으로 점검하여, 해당 시설의 적극적인 실내공기질 관리를 유도하고 이용자 건강을 보호하고자 검사대상

확대.

- 법인, 직장 및 민간보육시설에 대해 2010.12.31까지는 연면적 860 m² 이상만 대상이었음. 2011.1.1부터 연면적 430 m² 이상으로 변경되어 2010년(68개소) 대비 검사대상 보육시설 수 대폭증가.

구 분	2011년	2010년
대상시설 수	873	703
의뢰시설 수	231	134

- 시설별 오염도 검사건수

구분	총 계	지하역사	지하도상가	여객자동차터미널대합실	공항철도역내여객터미널	도서관	박물관	미술관	의료기관	실내주차장	철도역사대합실	대규모점포	보육시설	국공립노인요양시설	장례식장	목욕장	산후조리원
대상 시설	873	76	9	2	2	8	2	1	185	173	1	107	203	3	10	76	15
오염도 검사	229	9	2	-	1	2	-	1	86	12	1	9	93	1	1	8	3

▷ 폐업(대규모점포 1개소) 중인 시설과 비대상시설(보육시설 1개소) 검사 제외

3. 검사결과

- 오염물질별 평균 농도 특성

▷ 오염물질별 평균농도를 살펴보면, 미세먼지는 실내주차장(71.7 μg/m³), 지하역사(65.7 μg/m³), 지하도상가(62.7 μg/m³)가 높게 나타났으며, 이산화탄소는 의료기관(538.0 ppm), 보육시설(522.9 ppm)이 높은 수준을 나타냈으며, 총부유세균(618.7 CFU/m³)은 보육시설이 시설별로 가장 높게 나타났음.

표 2. 다중이용시설별 유지기준 평균오염도

구분	PM10(μg/m ³)	CO2(ppm)	HCHO(μg/m ³)	CO(ppm)	총부유세균(CFU/m ³)
전체평균	57.0	489.4	20.0	0.4	510.9
지하역사	65.7	427.0	5.2	0.3	
지하도상가	62.7	497.9	28.4	0.2	
공항철도역내여객터미널	51.0	431.9	22.9	0.3	
도서관 미술관 장례식장	54.6	519.9	24.2	0.5	
의료기관	51.4	538.0	24.1	0.4	408.5
실내주차장	71.7	416.8	9.7	0.7	
보육시설	54.8	522.9	19.4	0.3	618.7
대규모점포	51.2	494.4	31.7	0.4	
목욕장	55.3	489.3	25.5	0.6	
산후조리원	55.2	426.2	13.3	0.3	428.8

▷ 미세먼지(PM10)

- 다중이용시설에서 조사된 미세먼지(PM10)는 14.0 ~ 173.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의농도범위이며, 전 시설 평균농도는 57.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 임.
- 시설별 평균값은 유지기준을 초과하는 시설은 없으나 교통약자 편의시설 설치 공사 중 인 지하역사 대합실에서 최대값인 173.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타내어, 공사 진행 중 미세먼지 관리에 특별히 관심을 기울여 환기시설 및 주기적 청소를 강화하여야 할 것으로 평가 됨.
- 미세먼지가 높은 시설의 대부분은 환기시스템이 기계식이 아닌 창문을 통한 자연환기방 식으로 환기율이 낮아 청소 시 미세먼지가 재비산하여 미세먼지농도를 가중시키는 하나 의 원인으로 평가됨.

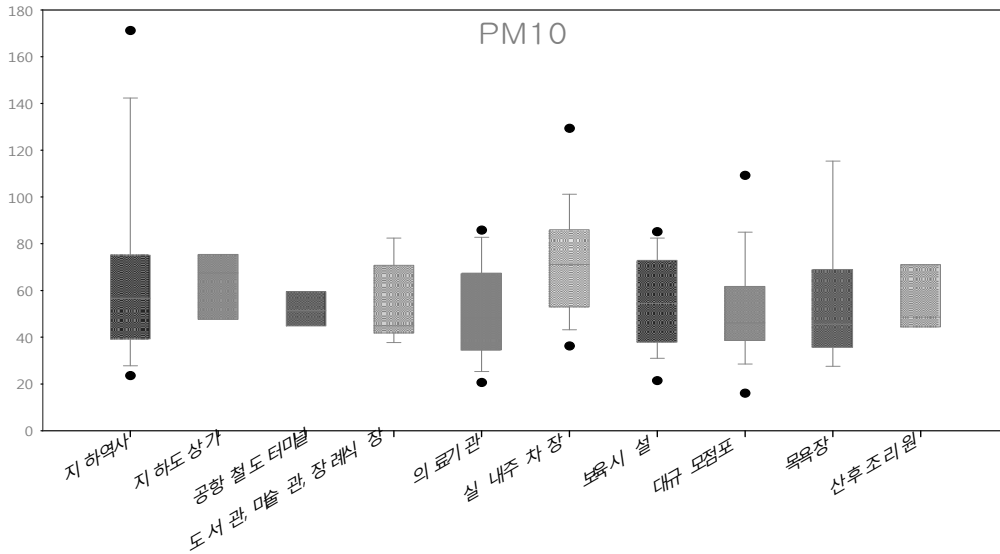


그림 1. 다중이용시설별 미세먼지(PM10) 농도분포

▷ 이산화탄소(CO₂)

- 다중이용시설에서 조사된 이산화탄소(CO₂)는 329.7 ~ 1083.2 ppm의 농도범위이며, 전 시설 평균농도는 489.4 ppm임.
- 시설별 평균값이 유지기준 1000 ppm을 초과하는 시설은 없으며, 의료기관 538.0 ppm 및 보육시설 522.9 ppm으로 조사되어 다른 다중이용시설군보다 높은 결과를 나타내었음.
- 환기시설이 창문을 통한 자연환기 시설로 환기가 원활하지 못하며, 실내에 재실자가 많은 시설들의 이산화탄소농도가 높고, 특히 보육시설에서는 최대농도 1083.2 ppm으로 기준을 초과한 곳도 있음.
- 이산화탄소는 인간의 활동 정도에 비례하며, 실내공기의 환기 상태를 평가하는 지표로

써, 적절한 환기를 통하여 유지관리를 철저히 해야 할 것으로 판단됨.

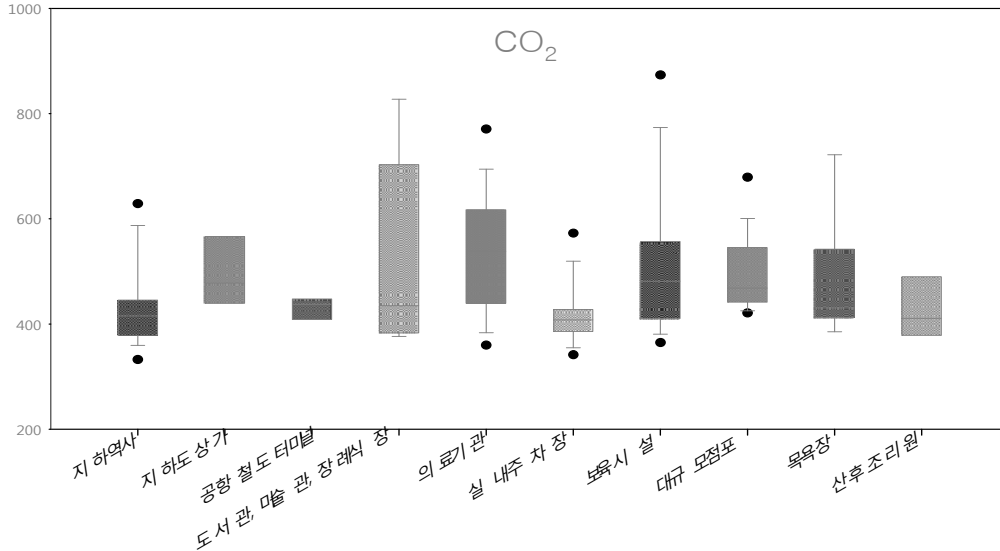


그림 2. 다중이용시설별 이산화탄소(CO₂) 농도 분포

▷ 폼알데하이드(HCHO)

- 다중이용시설에서 조사된 폼알데하이드(HCHO)는 0.5 ~ 151.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도범위이며, 전 시설 평균농도는 20.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 임.
- 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에서 정한 폼알데하이드의 기준은 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 대규모점포 31.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하도상가도 28.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 다른 시설군보다 높은 결과를 나타내었음.
- 지하도상가와 대규모점포는 지점에 따라 진열 가구류 및 의류 등에서 발생된 폼알데하이드에 기인된 결과로 사료됨.
- 실내장식을 위한 가구와 바닥 및 천정 등의 마감재에 의한 원인으로 판단되는 대규모점포에서 최고농도인 151.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 기준의 약 1.5배를 초과함.
- 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 점검등을 통한 유지관리를 해야 할 것으로 사료됨.
- 충분한 환기 및 친환경건축자재 사용을 통하여, HCHO 장시간 노출시 발생하는 알레르기성 피부염, 기침, 가래, 만성기관지염 등을 유발하는 물질을 제거하여 이용시민 건강 관리에 유의해야 할 것으로 판단됨.

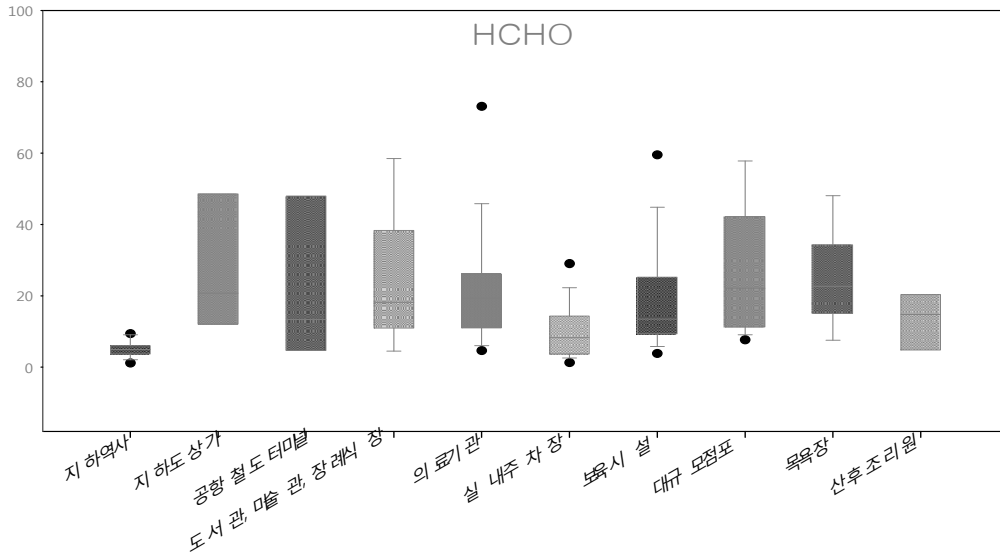


그림 3. 다중이용시설별 폼알데하이드(HCHO) 농도

▷ 총부유세균(TBC)

- 전 시설의 평균농도는 510.9 CFU/m³, 농도범위는 33.0 ~ 2198.0 CFU/m³ 으로 조사되었음.
- 다중이용시설 실내공기질관리법에서 정한 총부유세균의 기준은 800 CFU/m³이며, 노약자나 영·유아 이용시설인 의료기관·보육시설·노인요양시설 및 산후조리원에 대해서만 기준이 설정되어 있으며, 다른 다중이용시설에 대해서는 아직 기준 없음.
- 보육시설의 평균농도는 618.7 으로 산후조리원 428.8 CFU/m³ 및 의료기관 408.5 CFU/m³ 에 비하여 높은 결과를 나타내었음.
- 특히 저항력이 약한 영·유아 시설인 보육시설의 TBC 평균값이 거의 기준에 근접하는 시설이 다수이고, 또한 유지기준을 초과한 시설도 있어 보육실 및 화장실 등 시설관리나 사용하는 카펫 및 이불의 정기적 세탁 등으로 철저한 위생관리가 필요함.
- 각종 병원균을 포함할 수 있어 전염성 질환, 알레르기 질환, 호흡기 질환 등을 유발. 특히 실내환경에 존재하고 있는 미생물들은 다습하고 환기가 불충분하며 공기질이 나쁠 경우 잘 증식. 사용하는 공기청정기, 가습기 등의 철저한 위생관리, 온습도 및 적절한 환기 유지 관리로 부유세균의 번식을 줄여야 할 것으로 사료됨.

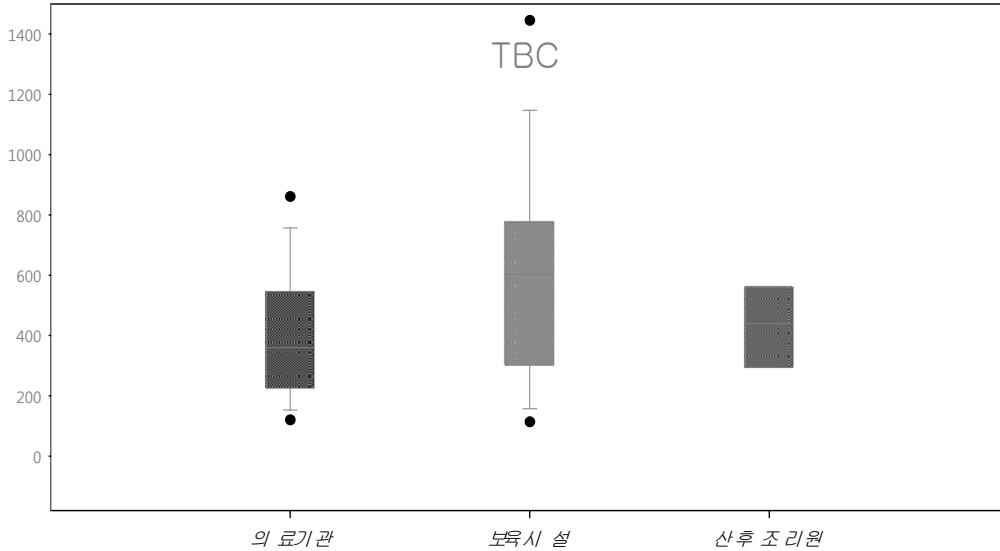


그림 4. 총부유세균(TBC) 평균농도 비교

▷ 일산화탄소(CO)

- 전 시설 평균 일산화탄소(CO)농도는 0.4 ppm, 농도범위는 0.1 ~ 2.8 ppm으로 조사됨.
- 다중이용시설 실내공기질관리법에서 정한 일산화탄소의 기준은 실내주차장 25 ppm, 다른 시설 10 ppm 이며, 모든 시설에서 기준의 1/10보다 낮은 농도로 측정되었으며, 실내주차장에서 가장 높은 평균 농도(0.7 ppm)로 조사되었음.
- 이는 주차장에 출입하는 자동차의 배출가스에 의한 것으로 추정됨.

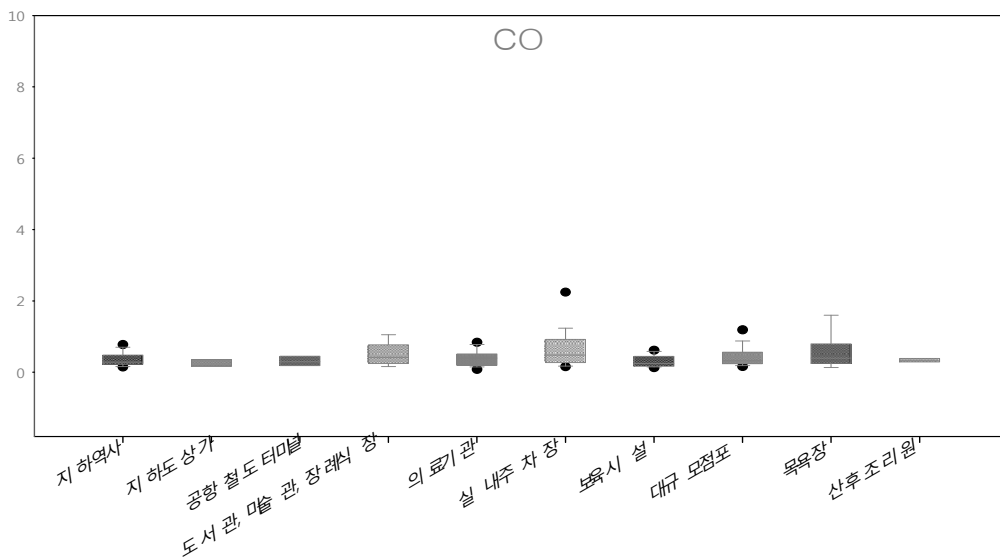


그림 5. 일산화탄소(CO) 평균농도 비교

- 다중이용시설 실내공기질 유지기준 초과현황
 - ▷ 측정항목 중 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 상의 유지기준을 초과한 항목은 총 부유세균이었음.
 - ▷ 다중이용시설 실내공기질 유지기준 초과 시설은 보육시설이며, 보육시설 94개소(194 지점)에 대한 실내공기질을 측정한 결과 12개소 12.9%(39지점 20.1%)에서 총부유세균이 기준을 초과하였음.
 - ▷ 총부유세균은 실내공기 중에 부유하는 세균으로 스스로 번식하는 생물학적 오염요소로서 먼지나 수증기 등에 부착되어 생존하며, 알레르기성 질환, 호흡기 질환 등을 유발시킬 수 있음.

4. 결론

- 미세먼지의 시설별 평균농도는 기준의 약 50 % 내외로 측정되었으며, 차량통행이 많으며, 비교적 유동인구가 많고 실내 활동이 활발한 실내주차장·지하도상가에서 높게 측정됨.
- 이산화탄소의 시설별 평균농도는 기준의 약 50 % 수준으로 측정 되었으며, 의료기관에서 538.0 ppm으로 가장 높게 측정되었음.
- 폼알데하이드의 시설별 평균농도는 기준보다 낮게 측정되었으나, 진열상품과 내부마감재 영향으로 대규모점포에서 31.7 ug/m³으로 가장 높게 측정되었음.
- 총부유세균의 시설별 평균농도는 기준보다 낮게 측정되었으며, 음식물섭취가 많은 보육시설에서 618.7 CFU/m³으로 가장 높게 측정되었음.
- 일산화탄소의 시설별 평균농도는 기준의 약 1/10 미만으로 측정 되었으며, 자동차배출가스가 많은 실내주차장에서 0.7 ppm으로 가장 높게 측정되었음.
- 2011년도 12월까지 검사한 229개소 중 12개소에서 기준초과하였으며, 3개소는 재검사를 하여 시설개선 완료를 확인하였으며, 9개소는 개선이행 중이며 개선 완료 후 재검사 실시 예정임.
- 특히 기준초과가 있는 보육시설은 다른 시설군에 비해 상대적으로 질환에 취약한 영·유아 이용시설이므로 특별 관리 필요.
- 기준초과 지점이 있고 전반적으로 평균오염도가 높은 보육시설 및 의료기관은 2012년까지 전 시설 점검완료 예정임.