취약계층 이용시설 실내공기질 조사

❍ 법적관리의 사각지대에 있는 건강 취약계층 이용시설의 실내공기질을 쾌적하게 유지관리
❍ 시설을 이용하는 영유아 및 아동청소년의 건강 위해를 예방

1. 조사개요

❍ 조사기간 : 2024년 3월 ~ 12월
❍ 조사대상 : 부산지역 전체 1,486개 시설(2024년 1월 기준) 중 152개 시설

시 설	계	소규모어린이집[1]	다함께돌봄센터[2]	지역아동센터[3]
2024년 조사대상	152	111	10	31
전체 시설수	1,486	1,211	64	211

1. 소규모어린이집 : 연면적(430 m^2) 미만으로 실내공기질 관리법을 적용받지 않는 어린이집
2. 다함께돌봄센터 : 초등학교 정규교육 이후의 돌봄서비스 제공을 위해 아동복지법에 따라 시·도지사 및 시장·군수·구청장이 설치·운영하는 시설
3. 지역아동센터 : 방과 후 돌봄이 필요한 18세 미만의 아동을 대상으로 하는 국가 인증 아동복지전문시설

❍ 조사항목 : 폼알데하이드, 총부유세균, 부유곰팡이
(※ 호흡기 및 알레르기성 질환, 아토피 등 어린이 건강위해 관련 항목)

2. 조사방법

❍ 대상 시설당 1개 지점에 대하여 실내공기질공정시험기준에 따라 시료 채취 및 분석
❍ 실내공기질 관리 요령 안내 책자 배부 및 현장 교육, 기준초과 시설은 재검사 실시
❍ 평가기준

검사항목	폼알데하이드[1]	총부유세균[1]	부유곰팡이[2]
기 준	70 ㎍/m^3	800 CFU/m^3	500 CFU/m^3

1. 실내공기질 관리법 제5조 및 부산광역시 실내공기질 관리에 관한 조례 제4조(실내공기질 유지기준)
2. 실내공기질 관리법 시행규칙 제4조(실내공기질 권고기준)

3. 그간 조사내용

❍ **(2013년 ~ 2015년) 건강 취약계층 이용시설 전수조사**
- 어린이집·경로당·복지시설 3,978개소에 대해 실내공기 중 총부유세균 조사
- 조사 결과 383개소(9.6%) 기준 초과, 재검사 결과 322개소 기준 이내

❍ **(2016년 ~ 2018년) 소규모어린이집 집중 조사**
- 소규모어린이집 1,885개소에 대해 총부유세균과 폼알데하이드 조사
- 조사결과 187개소(9.9%) 기준 초과, 재검사 결과 171개소 기준 이내

담당부서 : 실내환경팀(☎051-309-2795)
팀장 : 이서이, 담당자 : 정한희

❍ (2019년 ~ 2023년) 건강 취약계층 이용시설 실내공기질 조사

구 분	2019년	2021년	2022년	2023년
대상시설	소규모어린이집 300개소	소규모어린이집 200개소	소규모어린이집 150개소	소규모어린이집 100개소 다함께돌봄센터 9개소 지역아동센터 36개소 대안교육기관 7개소
조사항목	총부유세균, 라돈	초미세먼지	총부유세균, 이산화탄소	폼알데하이드, 총부유세균, 부유곰팡이
조사결과	35개소(11.6%) 기준 초과, 재검사 결과 32개소 기준 이내	모두 기준 이내	8개소(5.3%) 기준 초과, 재검사 결과 모두 기준 이내	14개소(9.2%) 기준 초과, 재검사 결과 모두 기준 이내

4. 조사결과

❍ 조사대상 시설 현황

- **(구·군별)** 해운대구 15개, 북구 15개, 기장군 13개, 부산진구 13개 등 총 152개소
- **(시설 형태별)** 소규모어린이집 111개소, 지역아동센터 31개소, 다함께돌봄센터 10개소

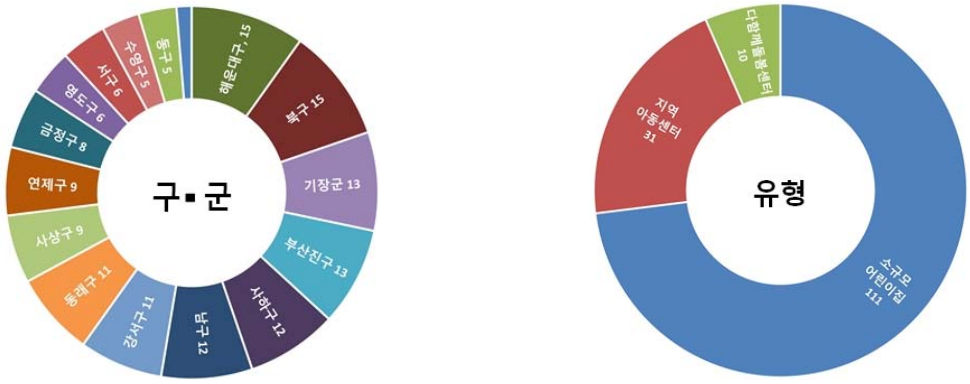


그림 1. 구·군별 및 유형별 시설 현황

❍ 실내공기오염물질 평가

- **(기준 초과율)** 총 152개 시설 중 19개 시설에서 실내공기질 유지기준(폼알데하이드, 총부유세균) 또는 권고기준(부유곰팡이) 초과 ⇨ 초과율 12.5%
- **(기준초과 시설 현황)** 기준초과 시설(19개소) 중에는 소규모어린이집 비중이 가장 높고(14개소, 73.7%), 시설별 검사 대비 초과율은 지역아동센터가 가장 높게 나타남(4개소/31개소, 12.9%)

표 1. 2024년 건강 취약계층 이용시설 실내공기질 조사 결과

시 설	계	소규모어린이집	다함께돌봄센터	지역아동센터
조사대상	**152**	111	10	31
기준이내	**133**	97	9	27
기준초과 (초과율)	**19** **(12.5%)**	14 (12.6%)	1 (10.0%)	4 (12.9%)

- **(오염물질 초과율)** 부유곰팡이(10개소), 총부유세균(8개소), 폼알데하이드(2개소) 순서로 초과되었고, 부유곰팡이(실내공기질 권고기준 항목) 초과율이 6.6%로 가장 높았음
  (※ 1개 시설에서 2항목(폼알데하이드, 총부유세균) 초과)
  ⇨ **(부유미생물)** 소규모 보육 및 돌봄 시설 구조 특성상(아파트 1층, 상가 내 부속형태 등) 인접한 화단의 흙이나 식물, 분리되지 않은 조리 공간의 음식물 등에서 발생하는 유기물로 인해 높은 온도와 습도 조건에서 높게 발생하는 것으로 판단됨
  ⇨ **(폼알데하이드)** 기준을 초과한 2개소는 신축 건물 1개소와 최근 리모델링한 1개소이며, 베이크아웃(Bake-out) 등을 통한 오염물질 배출이 충분히 이루어지지 않은 것으로 판단됨
- **(오염물질 농도분포)** 폼알데하이드는 평균 18.8 ㎍/m^3(1.7 ㎍/m^3 ~ 99.0 ㎍/m^3)로 실내공기질 유지기준(70 ㎍/m^3) 대비 26.9% 수준, 총부유세균은 평균 243 CFU/m^3(10 CFU/m^3 ~ 2,039 CFU/m^3)로 실내공기질 유지기준(800 CFU/m^3) 대비 30.4% 수준, 부유곰팡이는 평균 250 CFU/m^3(16 CFU/m^3 ~ 1,290 CFU/m^3)로 실내공기질 권고기준(500 CFU/m^3) 대비 50.0% 수준이었음

표 2. 2024년 건강 취약계층 이용시설 실내공기질 농도 분포

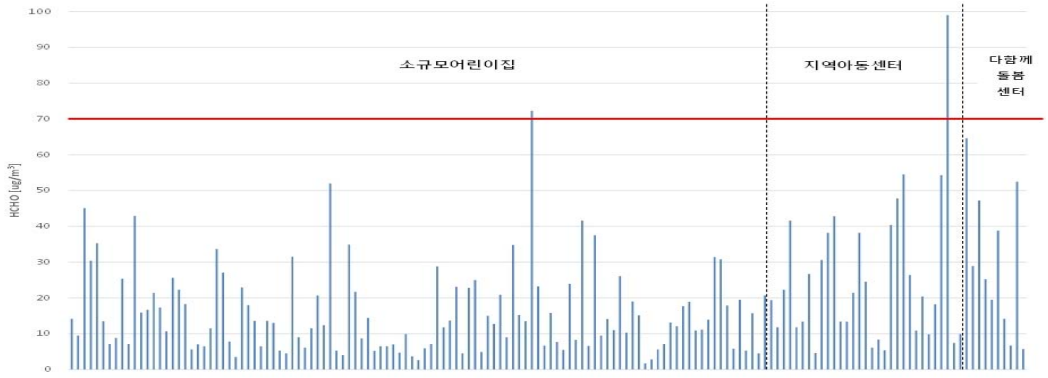
항목 / 시설	조사대상(개소)	폼알데하이드(㎍/m^3)			총부유세균(CFU/m^3)			부유곰팡이(CFU/m^3)		
		최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
전체	152	1.7	99.0	**18.8**	10	2,039	**243**	16	1,290	**250**
소규모 어린이집	111	1.7	72.3	**15.8**	13	1,667	**260**	23	1,290	**261**
다함께 돌봄센터	10	5.7	64.6	**30.3**	10	1,626	**289**	59	415	**227**
지역 아동센터	31	4.6	99.0	**25.6**	17	2,039	**168**	16	795	**216**

❍ 기준초과 시설에 대한 조치

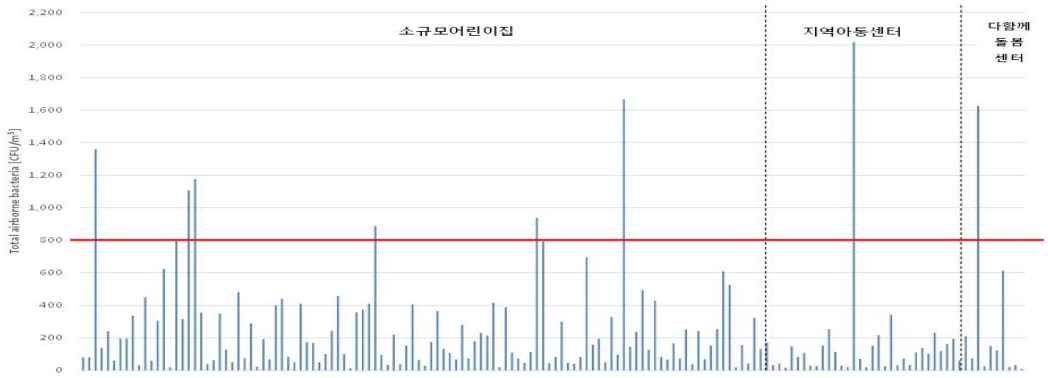
- 기준초과 내용과 베이크아웃, 환기 등 실내공기질 관리요령 현장교육 및 재검사 실시하여 기준 만족 여부 확인
- 재검사 결과 17개소 모두 기준 이내로 실내공기질 개선
  ⇨ (폼알데하이드) 평균 85.7 ㎍/m^3에서 24.6 ㎍/m^3로 71% 감소
  ⇨ (총부유세균) 평균 1,351 CFU/m^3에서 202 CFU/m^3로 85% 감소
  ⇨ (부유곰팡이) 평균 920 CFU/m^3에서 260 CFU/m^3로 72% 감소

[폼알데하이드] [총부유세균] [부유곰팡이]

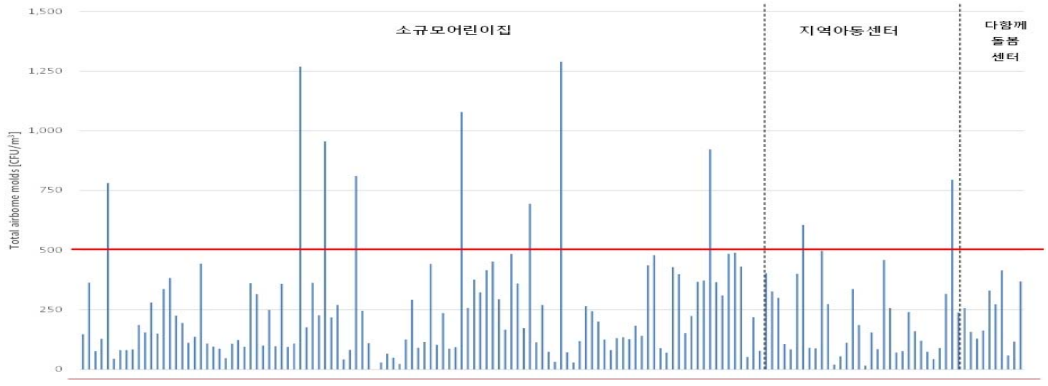
그림 2. 기준초과 시설에 대한 실내공기질 재검사 결과



[폼알데하이드]

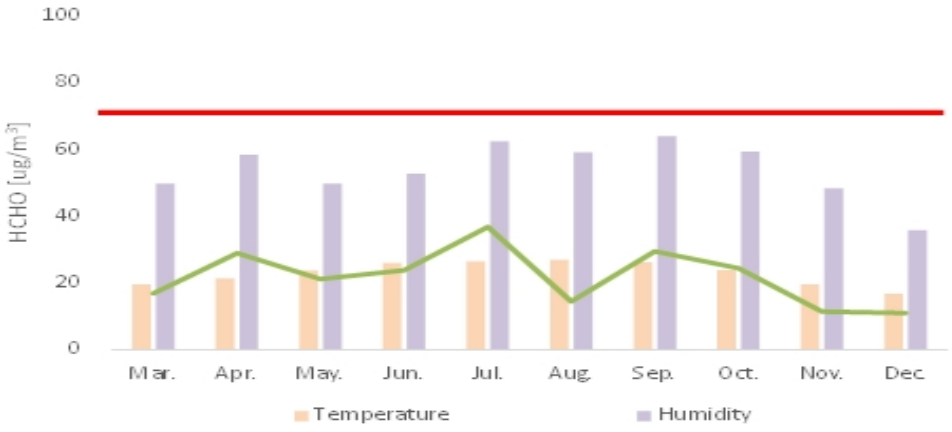


[총부유세균]

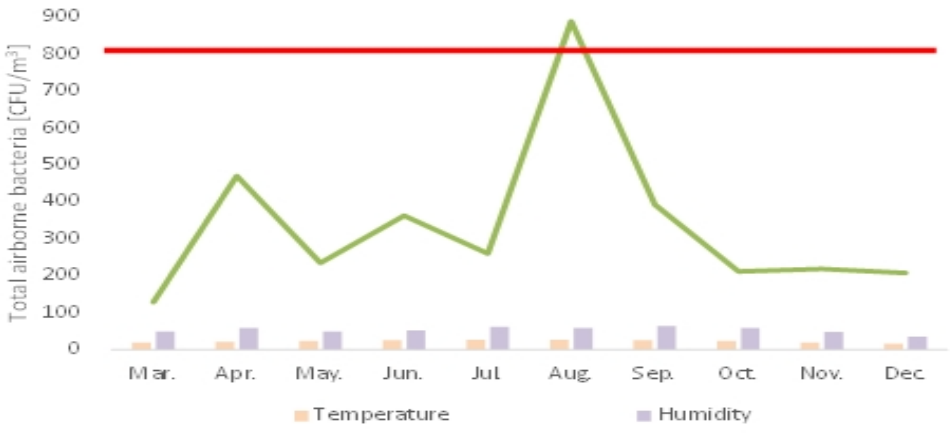


[부유곰팡이]

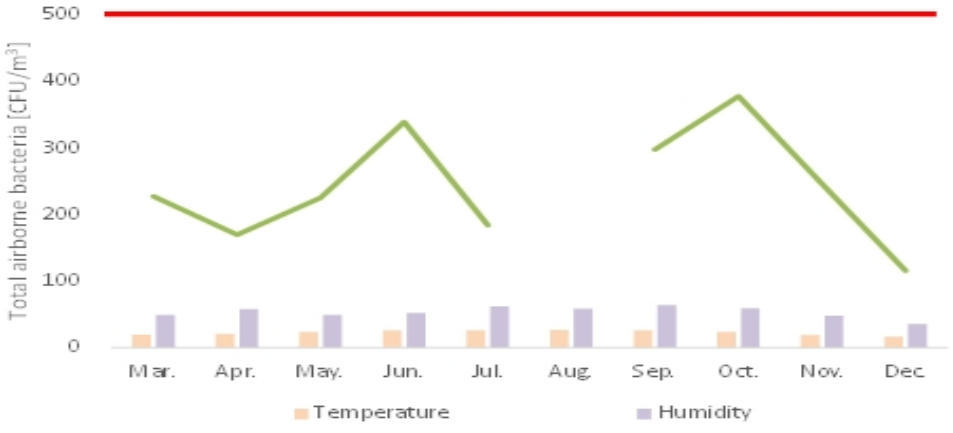
그림 3. 시설별 실내공기질 농도 및 항목별 기준초과 농도



[폼알데하이드]



[총부유세균]



[부유곰팡이]

그림 4. 월별 폼알데하이드, 총부유세균 및 부유곰팡이 농도분포

❍ **시기별 농도분포 특성**

- 폼알데하이드, 총부유세균 및 부유곰팡이는 상대적으로 실내 온도 25 ℃ 이상, 습도 60% 이상인 6월에서 10월에 농도가 높았음

⇨ (폼알데하이드) 7월 평균 36.8 μg/m^3로 연평균 농도인 18.8 μg/m^3 대비 196% 수준이었음. 기준이 초과된 2개소 모두 여름철(7월, 10월)에 조사된 곳이었으며, 높은 실내 온도로 인해 휘발성이 높아지는 특성이 반영된 결과로 판단됨

⇨ (부유미생물) 총부유세균은 8월에 평균 888 CFU/m^3로 연평균 농도 243 CFU/m^3 대비 365% 수준이었으며, 부유곰팡이는 10월에 평균 378 CFU/m^3로 연평균 농도 250 CFU/m^3 대비 151% 수준이었음. 이는 높아진 실내 온도와 습도로 인해 부유미생물의 번식이 증가하는 환경이 조성된 것으로 판단됨

5. 실내공기 중 폼알데하이드와 부유미생물 관리

❍ **(실내 온도와 습도 관리)** 온도와 습도가 높은 여름에 폼알데하이드와 부유미생물의 발생 농도가 높으므로 온도조절과 습기 제거를 위해 제습기나 에어컨 등을 사용하면서 주기적으로 자연환기를 추천함

❍ **(청소 및 소독)** 보육 및 돌봄 시설 특성상 실내에 책, 교구, 소품, 놀이기구, 벽이나 천장 장식 등이 많아 폼알데하이드가 방출되기 쉽고, 오래 방치될 경우 부유미생물 번식의 원인이 되기도 하므로 교체, 청소나 소독 등 주기적인 관리가 필요하며, 오래된 건물인 경우 누수 및 결로현상으로 인해 곰팡이 번식이 우려되므로 주기적인 보수가 필요함

❍ **(어린이 활동공간 분리와 오염원 차단)** 대부분 소규모 시설에서는 음식 관리와 조리 공간이 어린이 활동공간과 분리되지 않고 같은 실내 공간에서 이루어지는데 어린이 활동공간이 냄새, 수분, 유기물 등에 노출되면서 부유미생물이 증식할 가능성이 커지므로 음식 조리 시 반드시 후드를 사용하고, 입구 에어커튼 설치 등으로 조리실과 활동공간을 분리할 필요가 있음

6. 결론

❍ 어린이 건강위해 관련 항목인 폼알데하이드와 총부유세균, 부유곰팡이를 조사한 결과 총 152개 시설 중 19개 시설에서 실내공기질 유지기준 또는 권고기준을 초과하였고, 항목별로는 부유곰팡이가 가장 많은 시설에서 초과(10개 시설, 초과율 6.6%)되어 주요 오염물질인 것으로 조사되었음

❍ 기준 초과된 17개 시설에 대해 실내공기질 관리요령 등 현장 교육을 실시하고 재검사한 결과 모두 실내공기질 기준 이내로 개선되었으며, 폼알데하이드는 평균 71%, 총부유세균은 평균 85%, 부유곰팡이는 평균 72% 감소하였음

❍ 폼알데하이드와 총부유세균, 부유곰팡이는 실내 온도와 습도가 높은 6월에서 10월 기간에 상대적으로 높은 농도로 조사되었음

❍ 소규모 시설에서 실내공기 중 폼알데하이드와 총부유세균, 부유곰팡이 발생을 줄이기 위해서는 특히 적정한 실내 온도(25 ℃ 미만)와 습도(50% 미만) 관리가 필요한 것으로 판단됨

7. 활용방안 및 기대효과

❍ 법적관리의 사각지대에 있는 건강 취약계층 이용시설의 실내공기질을 쾌적하게 유지관리하고, 실내공기질 관리정책의 기초자료로 활용

❍ 조사 결과는 시 출산보육과, 아동청소년과 및 구·군 관련 부서와 공유하고, 2025년 건강취약계층 이용시설에 대한 실내공기질 조사를 계속 추진하여 영유아 및 아동청소년의 건강 위해를 예방