

취약계층 이용 소규모 어린이집 실내공기질 조사

○ 환경 취약계층 이용시설인 어린이집(비의무시설)의 자발적 참여를 통한 실내공기질 개선으로 영유아들의 건강보호에 기여하고자 함

1. 조사개요

- 조사근거 : 환경보건팀-708(2018. 12. 19.), 시 출산보육과-2214(2019. 2. 14.)
- 조사기간 : 2019년 2월 ~ 11월
- 조사대상 : 비의무시설 어린이집 300개소

2. 조사방법

- 조사항목 : 총부유세균, 라돈
- 분석방법
 - 총부유세균 : 실내공기질 공정시험기준에 따라 검사
 - 라돈 : 라돈측정기(RAD7) 이용 1시간 측정 후 실내공기질 권고기준(148 Bq/m³ 이하)의 50%(74 Bq/m³) 초과시 정밀조사

3. 시설현황

- 구군별 조사현황 : 비의무시설 1624개소 중 300개소(18%)

구분	계	중구	서구	동구	영도구	부산진구	동래구	남구	북구	해운대구	사하구	금정구	강서구	연제구	수영구	사상구	기장군
어린이집수	1891	13	41	38	49	165	121	144	186	220	202	107	123	97	78	130	177
의무시설	267	4	4	7	6	22	14	17	21	34	37	21	11	16	15	14	24
비의무시설	1624	9	37	31	43	143	107	127	165	186	165	86	112	81	63	116	153
조사대상	300	3	7	6	9	27	22	21	32	33	32	17	21	15	12	25	28
비율(%)	18	33	19	19	21	19	21	17	19	18	19	20	19	19	19	22	18

4. 조사결과

- 온·습도 환경
 - 실내가 건조하게 되면 다양한 질환을 일으키며, 실내가 습하게 되면 다양한 미생물들이 번식할 수 있어 항상 적절한 습도와 온도를 유지하여야 하며 사람이 가장 쾌적하게 느낄 수 있고 건강한 환경을

유지하기 위한 온도는 18~22°C, 습도는 40~60%임¹⁾

- 어린이집의 온습도 환경을 조사한 결과 온도는 12.5~33.6°C, 습도는 28.0~81.0%로 나타나 적정 온습도를 유지하지 못하는 어린이집의 비율은 온도 46.7%, 습도 49.7%로 높았으며 계절별로 온도는 가을(84.4%), 습도는 여름(66.9%)에 초과율이 높게 나타났음

표 1. 월별 총부유세균 유지기준 초과현황 및 온·습도

월	조사 시설	온도(°C)			습도(%)		
		적정온도	조사결과	초과율 (시설수)	적정습도	조사결과	초과율 (시설수)
계	300	19~27	12.5~33.6	49.7% (149)	40~60	28.0~81.0	46.7% (140)
3월~5월	99	19~23*	12.5~26.9	41.4% (41)	40~60	29.1~71.7	23.2% (23)
6월~8월	124	24~27**	21.7~30.6	34.7% (43)	40~60	28.1~81.0	66.9% (83)
9월~10월	77	19~23	20.0~33.6	84.4% (65)	40~60	28.0~79.9	44.2% (34)

※ 주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼: 계절에 따른 실내 적정 온·습도(*:봄·가을, **: 여름)

○ 총부유세균(TAB, Total Airborne Bacteria)

- 총부유세균은 실내공기중에 부유하는 일반세균과 병원성세균을 말하며 먼지나 수증기 등에 붙어 생존하며 다른 실내공기 오염물질과 달리 스스로 번식하는 생물학적 오염요소로 실내 공기질 관리가 소홀하면 순식간에 고농도로 증식하는 특성을 가지고 있음
- 대상시설 300개소를 측정된 결과 개체수 범위는 62~2,864 CFU/m³, 중앙값은 386 CFU/m³로 나타났으며 35개소(11.9%)가 실내공기질 유지기준 800 CFU/m³을 초과하였고 기준초과 시설 35개소는 개선(청소 및 환기) 후 재검사 결과 3개소가 초과되어 91.3%의 개선율을 보였음
- 재검사 결과 초과된 3개소는 컨설팅 후 검사 완료되었음
- 구·군별 유지기준 초과율은 표 2와 같이 남구·중구 > 금정구 > 영도구 > 북구 순으로, 중앙값은 중구 > 영도구 > 금정구 > 강서구·남구 > 사상구 순으로 나타나 중구, 영도구, 금정구, 남구는 초과율과 농도 수준이 모두 높아 환경이 열악한 시설이 많은 것으로 확인되었다.
- 월별 농도분포는 표 3과 같이 초과율은 7월 > 4월 > 6월 > 5월 순으로 온·습도가 비교적 높은 하절기에 높게 나타났으나 3월과 10월은 초과시설이 없는 것으로 나타났다.

○ 라돈

- 라돈은 땅에서 자연적으로 생기는 방사성 물질로 땅에 있는 우라늄이 붕괴되면서 라듐이 만들어지고, 라듐이 다시 붕괴되면서 라돈이 만들어져 기체상태로 대기 중으로 방출되는데 주로 화강암·변성암과 같은 암석, 토양, 그리고 우라늄이나 라듐을 함유한 건축자재에서 발생한다.

1) 환경부, 주택 실내공기질 관리를 위한 매뉴얼

표 2. 구·군별 총부유세균 유지기준 초과현황 및 농도분포

구분	조사시설 (개소)	초과시설 (개소)	초과율 (%)	최소값 (CFU/m ³)	최대값 (CFU/m ³)	중양값 (CFU/m ³)
계	300	35	11.7	62	2864	386
중구	3	1	33.3	662	2100	769
서구	7	1	14.3	66	1054	333
동구	6	1	16.7	289	1516	407
영도구	9	2	22.2	160	1043	553
부산진구	27	-	0.0	72	777	384
동래구	22	2	9.1	198	1574	310
남구	21	7	33.3	126	2402	514
북구	32	6	18.8	93	2864	365
해운대구	33	1	3.0	63	1728	271
사하구	32	2	6.3	74	1601	364
금정구	17	5	29.4	108	2617	526
강서구	21	3	14.3	228	2700	514
연제구	15	1	6.7	62	924	262
수영구	12	2	16.7	129	2788	353
사상구	25	1	4.0	125	1674	487
기장군	28	-	0.0	69	784	326

표 3. 월별 총부유세균 유지기준 초과현황 및 온·습도

월	조사시설 (개소)	초과시설 (개소)	초과율 (%)	농도범위 (CFU/m ³)
계	300	35	11.7	62 ~ 2864
3월	18	0	0.0	94 ~ 534
4월	35	5	14.3	63 ~ 2788
5월	46	6	13.0	66 ~ 2402
6월	50	7	14.0	62 ~ 2617
7월	44	10	22.7	93 ~ 2864
8월	30	2	6.7	125 ~ 1674
9월	45	5	11.1	74 ~ 2699
10월	32	0	0.0	69 ~ 784

- 검사결과 관리기준(148 Bq/m³)²⁾의 50% 초과시설 없었으며 농도범위는 0~67.4 Bq/m³, 평균 농도 8.6 Bq/m³로 나타났음
- 부산지역은 퇴적암, 안산암질암, 산성 화산암류, 불국사 화강암류로 분포되어 일부 지역(금정구, 북구, 사상구)을 제외한 대부분의 지역이 라돈 발생량이 적은 지질대(퇴적암, 사암)로 분포되어 우리나라 연평균 라돈농도³⁾ 53 Bq/m³과 비교하여 다소 낮은 농도 수준을 보였음
- 구·군별 농도분포를 보면 화강암 지질대에 있는 북구, 사상구 지역에서 최대값이 67.4 Bq/m³, 48.9 Bq/m³로 비교적 높게 나타났으나 사암과 퇴적암 분포가 넓은 동구, 서구, 연제구, 기장군은 6.1~15.3 Bq/m³로 낮은 농도수준을 보였음
- 라돈은 토양층을 통과하여 땅 위로 올라와 보통 건물 아래의 바닥이나 벽을 통해 실내로 유입되어 농도가 높아지는데 본 조사에서는 대부분 지역의 측정시간대가 비교적 환기량이 많은 낮 시간대인 관계로 최소값이 0 Bq/m³이 많이 나타났을 뿐만 아니라 평균농도도 큰 차이를 보이지 않았음

표 3. 구·군별 라돈 농도분포 현황

구분	조사시설 (개소)	최소값 (Bq/m ³)	최대값 (Bq/m ³)	평균값 (Bq/m ³)
계	300	0.0	67.4	8.6
중구	3	6.1	9.2	8.1
서구	7	0.0	9.9	4.7
동구	6	0.0	6.1	1.5
영도구	9	3.1	12.3	6.9
부산진구	27	0.0	24.5	8.0
동래구	22	0.0	33.0	9.0
남구	21	0.0	34.2	8.1
북구	32	0.0	67.4	9.8
해운대구	33	3.3	39.4	11.8
사하구	32	0.0	48.9	7.0
금정구	17	0.0	24.5	6.6
강서구	21	0.0	30.6	7.9
연제구	15	0.0	15.3	6.3
수영구	12	0.0	46.1	11.0
사상구	25	3.1	48.9	15.7
기장군	28	0.0	15.2	5.2

2) 실내공기질관리법 시행규칙 제4조 별표3의 실내공기질 권고기준 준용

3) 2010~2014년 연간 측정 기준(출처: 생활 속 자연 방사성 물질, 라돈이해, 환경부)

4. 결론

- 어린이집의 온습도 환경을 조사한 결과 온도는 12.5~33.6°C, 습도는 28.0~81.0%로 나타나 적정 온습도를 유지하지 못하는 어린이집의 비율은 온도 46.7%, 습도 49.7%로 높았으며 계절별로 온도는 가을(84.4%), 습도는 여름(66.9%)에 초과율이 높게 나타났음
- 총부유세균을 측정된 결과 개체수 범위는 62~2,864 CFU/m³, 중앙값은 386 CFU/m³로 나타났으며 35개소(11.9%)가 실내공기질 유지기준 800 CFU/m³을 초과하였고 월별 초과율은 7월> 4월> 6월> 5월 순으로 온·습도가 비교적 높은 하절기에 높게 나타났음
- 기준초과 시설 35개소는 개선(청소 및 환기) 후 재검사 결과 3개소가 초과되어 91.3%의 개선율을 보였음
- 라돈은 검사결과 관리기준(148 Bq/m³)의 50% 초과시설은 없었으며 농도범위는 0~67.4 Bq/m³, 평균 농도는 8.6 Bq/m³로 나타났음
- 구·군별 농도분포를 보면 화강암 지질대에 있는 북구, 사상구 지역에서 최대값이 67.4 Bq/m³, 48.9 Bq/m³로 비교적 높게 나타났으나 사암과 퇴적암 분포가 넓은 동구, 서구, 연제구, 기장군은 6.1~15.3 Bq/m³로 낮은 농도수준을 보였음
- 조사결과 대부분의 어린이집이 쾌적한 실내 환경조성을 위하여 노력하고 있으나 습도가 높은 하절기와 자연환기가 원활하게 이루어지지 않는 기상상태에서 적절한 환기를 위한 컨설팅이 필요할 것으로 판단됨
- 향후 “2019년 어린이집의 효율적 환기방법에 관한 연구” 결과에서 제시된 간단한 CO₂센서를 활용한 적절한 환기 시간과 효과적인 환기방법을 2020년 사업시 안내서와 함께 컨설팅하여 보다 쾌적한 실내공기질 조성에 기여코자 함