

# 보육시설에서의 실내공기질을 위한 관리방안

## - 국내외 사례중심으로 -

○ 임지혜 | 한양대학교  
건축공학과 박사과정  
E-mail : comedy369@naver.com

### 1. 서론

보육시설은 주된 사용자가 신체적으로 약할 수 있는 영유아이며, 사용자가 유동적이지 않고 장시간 실내에 머물러 있어, 청정한 실내공기질의 유지가 필요하다.

대한소아알레르기 호흡기학회에 따르면 실내공기질의 오염이 원인일 수 있는 어린이들의 천식, 알레르기 비염, 아토피 피부염 등이 1996년 이후 꾸준히 증가하고 있다. 영유아들은 신체의 체적 당 흡입하는 공기량이 성인의 흡입량보다 많아, 실내공기 오염으로 인해 건강에 미치는 영향이 더욱 심각할 수 있다. 실내공기 오염은 영유아들의 학습능력을 떨어뜨릴 수 있어, 영유아의 원활한 학습을 위해서는 쾌적한 실내 환경 조성이 필수적이다.

또한 각 가정에서 담당하였던 육아활동이 현재는 대부분 보육시설에서 담당하고 있는 추세이다. 보육시설의 수가 1990년에 전국 1919개소에서 2007년 30,856개소로 증가하였으며, 시설에서 보육되고 있는 영유아는 1990년 48,000명에서 1,099,933명으로 17년간 약 20배가 증가하였다(Ministry of Gender Equality in Korea). 주택을 제외하고 장시간 보육시설에서 머무르게 되는 영유아들의 인원수가 증가하고 있어 보육시설의 실내공기질의 관리가 더욱 중요해지고 있다. 하지만 여성

가족부의 보육시설 종사자 채용 현황 자료에 따르면 국내 보육시설의 경우, 보육교사 당 유아의 비율이 17.73명으로 스웨덴에 비하여 3배가 높으며, 보육시설의 보건관련 전문가는 종사자 전체에서 약 0.6%만을 차지하고 있어 보육시설의 실내공기질 유지관리 능력이 매우 부족한 것으로 나타나고 있다.

또한 기존의 실내공기질에 관한 연구는 대부분 주택(신축 및 공동주택)이나 챔버실험 및 실물모형 실험으로 한정되어 있다. 실내공기질을 개선하기 위한 연구는 주로 건설단계 및 입주 전에 실시할 수 있는 것으로, 사용자들이 일반적으로 쉽게 실시할 수 있는 방법보다, 건축 및 설비 시공자에 의해 실시되어야만 하는 안이 주를 이루고 있었다.

따라서 본 회지에서는 영유아들이 장시간 재실하고 있는 이미 사용 중인 보육시설에서의 실내공기질 실태를 파악하고, 실내공기질의 관리 및 개선 방법들에 대하여 기존의 연구결과와 사례를 중심으로 제안하고자 한다.

### 2. 보육시설의 실내공기질 현황

#### 2.1 국내 보육시설의 실내공기질 특성

##### (1) 측정개요

실내공기오염물질별 오염정도 파악을 위하여 측

정은 국내의 보육시설 118개 시설, 177개 교실에서 실시되었다. 측정은 2008년과 2009년 2월에서 3월에 실시하였다.

측정은 외기의 상태 및 계절에 따라 온습도가 변하는 것을 고려하여 맑은날 측정이 실시되었고, 비교적 외기온이 비슷한 2008년 2월에서 3월 사이, 2009년 2월에서 3월 사이에 실시되었다.

측정항목은 온도, 습도, 미세먼지 (Particulate, PM10), 이산화탄소 (Carbon dioxide, CO<sub>2</sub>), 총휘발성유기화합물 (Total Volatile Organic Compounds, TVOC), 폼알데하이드 (Formaldehyde, HCHO)로 하였다. 시설에서 아이들이 재실하고 있는 가장 일반적인 1개 혹은 2개실을 대상으로 측정이 실시되었으며, 모든 측정점은 아동의 호흡선을 고려하여 바닥에서 1.0~1.2m 높이로 하였다. 온도, 습도, 이산화탄소의 측정은 직독식으로 30분간 1분씩 30회 측정하였고, 미세먼지는 3분씩 10회 측정하였다. 폼알데하이드와 휘발성유기화합물은 “다중이용시설등의 실내공기질관리법”의 실내공기질 공정시험법에 따라 진행하였다. 시료채취 시 공기의 포집은 Mini pump(SIBATA MP-Σ100, MP-Σ30)를 사용하여 30분간 1개 혹은 2개의 실에서 2회씩 연속 실시하였다. HCHO는 DNPH 카트리지를 통하여 유속 500mL/min으로 포집 후 HPLC (WATERS)를 이용하여 분석하였고, TVOC는 TE-

NAX-TA를 통하여 유속 100mL/min으로 포집 후 GC/MS(Varian-SATURN2200/Shimadzu-QP2010)를 이용하여 분석하였다.

표 1은 측정 항목 별 측정 방법 및 기자재를 나타내며, 그림 1은 측정이 실시된 일반적인 보육실의 예를 나타낸다.



그림 1. 일반적인 보육실의 예

(2) 측정결과

보육시설의 온·습도는 평균 21.6°C, 30.4%로 측정결과와 대표성을 반영하는 신뢰구간 95% (Confidence Interval 95%, CI 95%)의 범위는 각각

표 1. 측정항목 별 측정 방법 및 기자재

측정항목	측정기기 및 분석장비	측정(샘플링)시간
온도(°C), 습도(%)	SATO/SK-L200THII	1분씩 30회/ 평균
CO <sub>2</sub>	IAQ Meter Model 7545(TSI)	1분씩 30회/ 평균
PM10	분진계3421, MINI VOLUME SAMPLER	3분씩 10회/ 평균
HCHO	MP-Σ100H DNPH Cartridge, HPLC	유속 : 500 ml/min 포집시간 : 30min 포집량 : 15L, 2회/평균
TVOC	MP-Σ30 TENAX-TA, GC/MS	유속 : 100 ml/min 포집시간 : 30 min 포집량 : 3L, 2회/평균

표 2. 보육실에서의 실내공기질 측정결과

	표본 크기	표준 편차	표본 평균	신뢰구간 95%	중앙값	최대	최소	관리 기준	기준초과시설 % (지점수)
온도 [°C]	173	2.4	21.6	21.3~22.0	21.9	26.9	15.0		
습도 [%]	175	8.1	30.4	29.2~31.6	29.2	57.0	20.8		
CO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	177	800.9	1219.6	1100.9~1338.2	1087.0	5225.7	326.0	1000	56 (98)
PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	177	62.2	103.3	94.1~112.5	84.0	373.6	4.3	100	37.1 (65)
TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	149	232.8	304.6	266.9~342.2	275.6	1618.3	13.6	400	27.7 (41)
HCHO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	116	28.3	31.0	25.8~36.1	27.5	254.4	9.9	100	0.8 (1)

21.3°C~22.0°C, 29.2%~31.6%로 나타났다. 온도의 쾌적범위 영역에 분포하고 있는 시설들은 41.1%였으나 습도의 쾌적범위 영역에 분포하고 있는 시설은 12.1%로 시설내의 습도관리가 필요하였다.

보육시설의 CO<sub>2</sub> 농도는 평균과 CI 95%, 각각 1269.8ppm, 1100.9ppm~1338.2ppm로 [다중이용시설등 실내공기질관리법]의 유지기준인 1000ppm을 초과하는 것으로 나타났다. 최고 농도값은 유지기준의 5배 이상인 5225.7ppm으로 측정되었다. 유지기준 초과시설은 56.0%였다.

보육시설의 CO<sub>2</sub>농도는 타 오염물질에 비해 유지기준을 초과하고 있는 시설들이 가장 많았으며, 시설들의 평균값도 유지기준을 초과하여 오염도가 높은 것으로 나타났다. 보육시설의 PM10 농도는 평균값은 103.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 유지기준을 초과하는 시설은 37.1%로 나타났다. TVOC는 평균 304.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 27.7%가 권고기준인 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과 하였고, HCHO는 평균 31.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유지기준 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 시설은 각각 0.8%로 오염정도가 양호하였다. 표 2는 보육실에서의 실내공기질 측정결과를 나타낸다.

### 3. 보육시설의 실내공기질을 위한 관리방안

본 장에서는 위의 방안들을 기본으로 하여 이미 사용 중인 보육시설을 대상으로 쉽게 적용할 수 있는 실내공기질 개선 방안과 그에 따른 효과에 대하여 기술하고자 한다.

실내공기질을 개선하기 위한 방법은 크게 환기 개선, 발생원 제어, 정화제어로 구분지을 수 있으며 세부 방법의 예로는 아래와 같다. 제안된 방법은 보육시설이 아닌 다른 건물에서도 적용이 가능하다.

- 환기개선 - 기계환기장치, 설치 자연환기유도 등
- 발생원제어 - 오염물질 저방출 마감자재 사용 등
- 정화제어 - 공기청정기, 제균기, 촉매물질 및 공기정화식물 등

본 장에서는 위의 방안들을 기본으로 하여 이미 사용 중인 보육시설을 대상으로 쉽게 적용할 수 있는 실내공기질 개선 방안과 그에 따른 효과에 대하여 기술하고자 한다. 보육시설에 자연환기 유도를 위한 계획변경, 기계환기장치 설치, 제균기와 공기청정기설치를 실시하여 전과 후의 공기질을 측정하였다. 개선 전과 실내공기질 측정은 앞선 실태조사 측정항목과 동일한 방법으로 하였으며, 부유세

표 3. 측정방법

측정항목	측정기기 및 분석장비	측정(샘플링)시간
CO <sub>2</sub>	상기와 동일	상기와 동일
PM10		
TVOC		
HCHO		
부유세균	Anderson sampler	20L/min으로 5분간 측정 (1회 측정 시 100 L)
부착진균	Bio-tape	샘플 표면에 Bio-tape 부착 후 떼어내 현미경 관찰

균과 부착진균을 측정하였다.

일상적인 보육활동이 이루어지도록 하여, 실내 공기질에 영향을 줄 수 있는 요소인 교구·장난감 등 실내에서 사용하는 비품들의 변화와 재실자의 활동량에 대한 통제는 하지 않았다.

창문개폐가 불가능하여 거의 자연환기를 실시하지 못하는 시설에 환기설비를 설치하였다.

환기설비 설치는 신선공기를 공급하기위하여, 온습도 조절이 가능한 전열교환기와 필터를 통과하고 실내에 250CMH의 신선공기를 디퓨저를 통하여 급·배기시키도록 하였다.

### 3.1 보육시설의 실내공기질을 위한 개선방안

#### (1) 환기설비설치(A어린이집)

표 4는 환기설비가 설치된 A어린이집의 간략한 시설개요를 나타내며, 그림 2은 환기설비가 설치되기 전과 후의 시설의 모습을 나타낸다.

A어린이집은 자연환기가 가능한 창이 있으나,

표 4. A 어린이집 시설 개요

· 지역: 인천	· 개설년도: 2006
· 면적: 250 m <sup>2</sup>	· 재실영유아 수: 140
· 주변지역: 주거지역	· 환기설비보유여부: 부엌, 화장실에 배기팬



<설치 전>



<설치 후>

그림 2. 환기설비 설치

표 5. 환기설비 설치 전후의 실내공기질 (A 어린이집)

오염물질	CO <sub>2</sub> [ppm]			PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	643	623	3.1%	82.917	65.5	21.0%
보육실2	1013	502	50.4%	86.667	64.7	25.3%
오염물질	TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			HCHO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	347.986	31.121	91.1%	60.05	26.5805	55.7%
보육실2	170.1735	45.5815	73.2%	58.617	23.1255	60.5%
오염물질	부착 진균[CFU/ $\text{m}^3$ ]			부유 세균 [CFU/ $\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	1465	785	46.4%	3405	1270	62.7%
보육실2	960	865	9.9%	2240	655	70.8%

개선효과 : (개선전-개선후) / 개선전 × 100

표 5는 A어린이 집의 환기설비 설치 전과 후의 실내공기질 측정결과를 나타낸다. 측정된 오염물질 항목이 모두 저감되었으며, TVOC는 91.1%, 부유세균이 62.7%, 70.8%로 매우 높은 농도저감율을 보였다.

에 맞는 장치로 하여 아이들이 재실 하는 동안 계속 적으로 사용하도록 하였다.

(2) 제균기와 공기청정기설치 (B 어린이집)

제균기와 공기청정기는 설치의 용이성 때문에 시설관리자들이 가장 선호하는 방안으로, 실 면적

표 6. B 어린이집 시설 개요

• 지역: 인천	• 개설년도: 2007
• 면적: 598 $\text{m}^2$	• 재실영유아 수: 117
• 주변지역: 공업지역	• 환기설비보유여부: 부엌, 화장실에 배기팬

표 7. 제균기와 공기청정기 설치 전후의 실내공기질 (B 어린이집)

오염물질	CO <sub>2</sub> [ppm]			PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	949.5	656.5	30.9%	166.7	46.5	72.1%
보육실2	829.5	1448.5	-74.6%	182.0	151.9	16.5%
오염물질	TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			HCHO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	482.4	236.8	50.9%	63.1	36.0	42.9%
보육실2	745.4	185.3	75.1%	62.2	32.8	47.3%
오염물질	부착 진균[CFU/ $\text{m}^3$ ]			부유 세균 [CFU/ $\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	330.0	495.0	-50.0%	2295.0	1170.0	49.0%
보육실2	430.0	690.0	-60.5%	1345.0	1220.0	9.3%

개선효과 : (개선전-개선후)/개선전×100

표 6은 공기청정기와 제균기가 설치된 B시설의 개요를 나타낸다. 설치된 제균기는 기기에서 발생되는 이온과 공기중에 떠도는 각종 세균등과 결합하여 수분으로 변화시켜 파괴하는 원리로 작동하며, 공기청정기는 악취 및 가스상 오염물질을 제거하는 탈취필터와 0.3 $\mu$ s의 미세입자를 99.9%이상 걸러낼 수 있는 항바이러스 헤파필터가 내장되어 있다.

표 7는 제균기와 공기청정기의 설치 전후의 실내공기질 측정결과를 나타낸다. TVOC가 50.9%, 75.1%로 오염물질 저감율이 높았으며, HCHO, PM10, 부유세균도 농도가 저감한 것으로 나타났다. 부착진균과 CO<sub>2</sub>농도의 저감효과는 없었다.

**(3) 곰팡이제거 및 살균소독 (C 시설)**

육안관찰 시 곰팡이가 발생하는 보육시설에서 전문업체를 통하여 곰팡이제거 및 살균소독을 실시하였다. 표 8는 살균소독이 실시된 C시설의 개요를 나타내며, 그림 3는 곰팡이 제거 및 살균 소독을 실시하기 전 시설의 예이다.

표 8. C 어린이집 시설 개요

· 지역: 이천	· 개설년도: 1991
· 면적: 363m <sup>2</sup>	· 재실영유아 수: 98
· 주변지역: 주거지역	· 환기설비보유여부: 부엌, 화장실에 배기팬



<개선 전>



<개선 전>

그림 3. 곰팡이 제거 및 살균 소독전



그림 4. 오존을 이용한 살균소독

**표 9. 곰팡이 제거 및 살균소독을 실시하기 전후의 오염물질 농도**

오염물질	부착 진균[CFU/m <sup>3</sup> ]			부유 세균 [CFU/m <sup>3</sup> ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	850	515	39.4%	3165	2390	24.5%
보육실2	770	520	32.5%	1605	1140	29.0%

개선효과: (개선전-개선후)/개선전×100

그림 4는 은 시설에 살균 소독을 실시하는 것을 나타낸다. 곰팡이 제거 과정은 자재 및 구조체에 스며있는 곰팡이를 약품을 이용하여 제거한 후에 곰팡이방지제로 코팅을 하고 곰팡이포자를 제거하기 위해 오존장비를 설치하여 약 3시간동안 가동하는 것으로 실시되었다.

표 9는 C시설에서 곰팡이 제거 및 살균소독을 실시하기 전후의 부착진균과 부유세균의 농도변화를 나타낸다. 부착진균은 각각 39.4%, 32.5%농도가 저감되었으며, 부유세균은 24.5%, 29.0%농도가 저감한 것으로 나타났다.

**(4) 계획변경 (D시설, E시설)**

D 시설은 경우 환기가 가능한 창이 없거나 창이

매우 적은 시설이 대부분이며 보육실이 전반적으로 폐쇄적이어서, 평면계획상 자연환기와 통풍이 불가능하였다. 시설 내에 공기를 순환시켜 통풍이 가능하도록 시설내 모든 출입문에 환기가 가능한 슬릿을 설치하여 자연환기가 가능하도록 개선을 실시하였다.

표 10는 보육시설의 개요를 나타내며, 그림 5는 변경된 출입문을 나타낸다.

**표 10. D 어린이집 시설 개요**

· 지역: 서울	· 개설년도: 2003
· 면적: 191 m <sup>2</sup>	· 재실영유아 수: 34
· 주변지역: 주거지역	· 환기설비보유여부: 부엌, 화장실에 배기팬



<개선 전>



<개선 후>

**그림 5. 계획 변경 - 출입문 변경**

표 11. 계획 변경 전후의 실내공기질 (B 어린이집)

오염물질	CO <sub>2</sub> [ppm]			PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	931	590	36.6%	38.2	77	-101.6%
보육실2	764	779	-2.0%	53.8	52	3.3%
오염물질	TVOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			HCHO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	941.956	763.577	18.9%	96.5155	137.3535	-42.3%
보육실2	809.5045	81.072	90.0%	95.255	134.105	-40.8%
오염물질	부착 진균[CFU/ $\text{m}^3$ ]			부유 세균 [CFU/ $\text{m}^3$ ]		
	개선전	개선후	개선효과	개선전	개선후	개선효과
보육실1	690	455	34.1%	1640	1515	7.6%
보육실2	575	125	78.3%	3145	2760	12.2%

개선효과: (개선전-개선후)/개선전×100

표 11은 계획변경 전후의 실내공기질을 나타낸다. 부착진균이 34.1%, 78.3%로 가장 높은 저감율을 보였으며, TVOC는 18.9%, 90%농도가 저감되었으며, 부유세균은 7.6%, 12.2% 저감된 것으로 나타났으며, 나머지 오염물질 항목은 농도저감효과가 없었다.

#### 4. 국외 보육시설의 실내공기질 관리 사례

##### 4.1 일본

多摩地区の市立保育園는 도쿄시의 외곽에 위치하고 있으며, 그림 6은 시설 전경을 나타낸다.

2층 건물로 건물전면에 비교적 넓은 운동장이 있다. 천정 매립형 냉난방 장치를 사용하고 있으며, 시설 전체적으로 환기를 위한 창이 많아 자연환기가 원활이 이루어지도록 하였으며, 외기오염도에 관한 정보를 교육부에서 팩스로 수신하여 창문 개

폐여부 결정한다고 한다. 방문시기가 한 여름(8월5일)이었음 에도 불구하고, 사무실을 제외한 교실부분은 냉방을 하지 않고 창문을 열어두고 있었다. 그림 7, 그림 8은 시설에 설치된 환기를 위한 창의 예시이다. 상부의 창문이 개폐가 가능하여, 운동장의 먼지가 실내로 유입되는 것을 방지하면서 자연환기를 가능하게 하였다. 그리고 모든 교실에 2면 이상 환기가 가능한 창이 설치되어 있었다.



그림 6. 多摩地区の市立保育園 시설 전경



그림 7. 환기를 위한 창 예시-1



그림 8. 환기를 위한 창 예시-2



그림 9. 실내 통풍로 예시 - 1



그림 10. 실내 통풍로 예시 - 2



그림 11. 실내 먼지 발생 제거 예시



그림 12. 외부로부터 유입되는 먼지 제거



그림 13. Stichting kinderopvang 전경

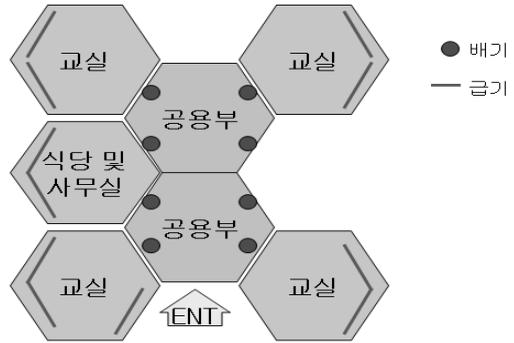


그림 14. 시설평면



그림 15. 실 내부 및 외기유입을 위한 슬릿형 급기팬

중복도 형식이며, 복도를 향한 교실면에는 창문이 있어 실내의 통풍로가 있으며, 교실과 교실간의 경계는 벽면이 아닌 이불 및 물품의 수납장으로 양쪽실에서 개폐가 가능하여 통풍이 원활하게 이루어지게 하였다. 그림 9, 그림 10은 실내의 통풍로의 예시이다.

그림 11와 같이 실내의 먼지발생 제거를 위하여 사용빈도가 낮은 물품위에 흰색수건을 덮어 두며 매일 먼지를 털는 등의 청소를 하며 관리를 하고 있으며, 그림 12과 같이 외부로부터 유입되는 먼지 제거하기 위한 예시로서 하루 두 차례 운동장에 물을 뿌리고 있다

## 4.2 네델란드

Stichting kinderopvang는 주택가에 위치한 네델란드의 일반적인 보육시설이다. 그림 13는 해당시설의 전경을 나타낸다.

본 시설은 주변의 건물의 밀집도 및 유동차량이 적어 외기가 비교적 청정하였다. 0~3세의 영유아들을 위한 시설로 창문이 많고 외기와 접한 면을 많이 하여 자연환기가 충분히 이루어 질수 있을 것으로 사료되었다.

주로 교실의 창문에서 외기 급기가 가능한 슬릿형 팬이 설치되어있고, 시설 전체적인 환기가 가능하도록 문에 환기구가 있으며, 공용부(거실)의 천장



그림 16. Kronborghus 전경

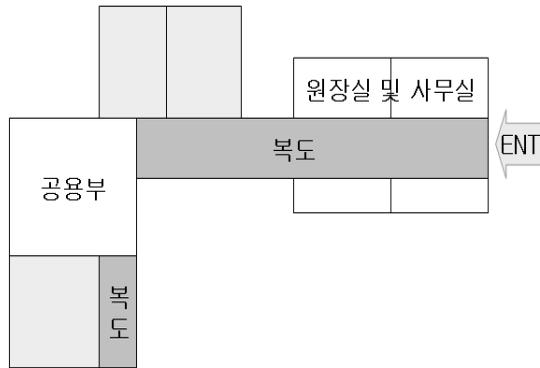


그림 17. 시설평면의 구성

에 배기팬이 설치되어 있었다.

### 4.3 덴마크

#### (1) 장애인 보육시설 - Kronborghus

2004년도에 완공된 장애인 전문 보육시설로 지방 자치단체에서 운영하고 있다. 그림 16은 시설의 전경을 나타낸다. 비교적 최근에 설립된 시설로 건물의 설계도 및 설비도면 등에 대한 자료들을 보유하고 있으며 시설 책임자가 자시설의 건물에 대한 각종정보, 상태, 운용방법 등에 대하여 이해를 하고 있었다. 각 실은 1층 환기장치가 설치되어있고, 겨울철에도 창문을 개방하여 자연환기가 이루어지도록 하고 있었다. 추

운 지역임에도 불구하고 평면은 복도형식으로 모든 실이 외부와 2면 이상 접하고 있으며 각 실에 창이 설치되어있었다. 그림 17은 시설평면의 구성을 나타낸다. 본 시설은 설계 단계부터 건물 완공에 이르기까지 시설책임자의 의견이 반영되어 설계시 주안점은 환기, 채광, 피난대피 순이었다고 한다. 그림 18는 시설내부 및 환기설비장치를 나타낸다.

#### (2) 보육시설 - Garvergarden

1972년 완공된 시설로 0~3세까지 보육, 4~6세 유치원, 7~14세 공부방으로 다양한 연령대를 대상으로 하는 시설이다. 친환경자재는 사용하지 않고 3~4년에 한 번씩 페인트칠을 하며 카펫은 사용하지 않고 있다. 교실의 환기를 위한 설비장치가 설치되어 있으며, 환경청 산하 노동 관리부에서 시설의 위생상태 등에 대하여 감독하고 있다. 시설의 형태나 관리는 국내의 시설과 매우 흡사하였으나, 추운날씨에도 영유아들이 사용하는 실에 자연환기를 실시하고 있다.



그림 18. Garvergarden 전경

#### (3) 보육시설 - Nina

2008년 완공된 시설로 주택가에 위치하고 있고 주변건물의 밀집도가 매우 낮았고 유동차량도 적어 주변이 청정한 상태였다.

위생상태도 매우 청결하며 창이 많이 자연채광



그림 19. Garvergarden의 환기설비 및 환기창



그림 20. Nina 전경

그림 21. 환기설비

과 자연환기가 활발히 이루어지고 있었다. 환경부에서 1년에 2번 시설점검을 실시하고 있으며 환기설비는 3종환기로 자동제어 되고 있다. 카펫은 사용하지 않고, 천창을 통하여 항상 자연환기와 자연채광을 하고 있다.

실내공기오염물질의 농도저감 효과를 증명하고, 국외 보육시설의 관리현황에 대한 조사하였다.

## 5. 결론

보육시설의 실내공기질 관리 및 개선방안을 제시하기 위하여, 국내 보육시설의 실내공기질의 실태를 파악하고, 실내공기질을 개선하기 위한(환기설비설치, 공기청정기 및 제균기설치, 곰팡이제거 및 살균소독, 설계변경) 사례를 통하여 각 방안별



그림 22. Nina 자연환기 및 채광을 위한 천창

국내의 대부분의 보육시설은 CO<sub>2</sub>에 의하여 오염되어 있는 시설들이 전체의 56%로 가장 많았으며, 다음으로 PM10(37.1%), TVOC(27.7%) 순으로 높게 나타났다. CO<sub>2</sub>와 PM10은 호흡과 신체의 활동에 의하여 발생하므로, 보육시설에서는 재실인원과 활동량이 많아짐에 따라 환기를 실시하여야 할 것이다.

실내공기질의 개선방안으로 환기설비를 설치한 시설에서는 측정오염물질의 항목이 모두 농도가 저감되었으며, 특히 TVOC, HCHO, 부유세균의 농도가 가장 효과적으로 저감되었다. 공기청정기의 경우도 부착진균을 제외한 다른 오염물질 농도저감에 효과적이었다. 곰팡이제거 및 살균소독은 타 오염물질의 농도에 영향을 끼치지 않으며 부착진균과 부유세균의 농도를 저감시켰다. 설계변경은 시설내에 환기량을 크게 증가시키지 않으나, 통풍을 비교적 원활하게 하며 적용시설에서는 CO<sub>2</sub>와 TVOC 부착진균의 농도가 저감되었다.

국내의 보육시설의 관리자들도 실내공기질 관리에 대한 의식수준이 떨어지진 않으나, 시설의 현황은 실구성이 비교적 폐쇄적이어서 자연환기 및 통풍이 부족할 것으로 판단된다. 일본의 방문보육시

설은 국내의 경우와 같이 화장실과 식당에 국소배기 팬만을 설치하고 있었으나, 시설자체가 자연환기를 위한 창문과 통풍로가 충분히 많아 교실에 환기설비가 설치되어 있지 않더라도 시설내 공기의 유동이 충분히 이루어지고 있었다. 또한 관리자들도 환기를 시키고 먼지를 발생하지 않기 위한 관리를 적극적으로 실시하고 습관화 되어 있었다. 각 시설들 마다 차이는 있지만 국내 대부분 보육시설들의 환기장비는 식당 및 화장실에 배기팬만을 설치하고 있는데 비하여, 네덜란드와 덴마크의 시설들은 환기장비들이 매우 잘 갖춰져 있는 편이었다. 또한 관리자들도 의식적으로 자연환기를 실시하지 않으나, 시설평면의 구성을 개방적이고 외기와의 공기유동이 잘 이루어지도록 하거나, 자동제어장치에 의한 환기가 이루어지도록 하고 있었다.

실내공기질 오염의 원인과 현황은 시설마다 다르지만, 기본적으로 환기를 비롯한 기기의 설치 등으로 시설내의 공기질을 향상시킬 수 있으므로, 각 시설에서는 오염원과 관리상의 부족한 점을 파악하여 본 회지의 사례들을 참고로 하여 실내공기질에 대한 관리를 실시하여 할 것이다.