

신축 및 리모델링 유치원의 휘발성유기화합물 농도 실태

Actual State of TVOC and HCHO Concentration in Newly Built or Remodeled Kindergarten

최윤정* · 박은비 · 안지선

충북대학교 주거환경학과* · 충북대학교 주거환경·소비자학과

Choi, Yoon-Jung* · Park, Eun Bi · An, Ji Sun

Dept. of Housing & Interior Design, Chungbuk National University*

Dept. of Housing, Interior Design & Consumer Studies, Chungbuk National University

Abstract

The purpose of this study was to determine the actual state of the indoor air quality in newly built or remodeled kindergartens by TVOC and HCHO concentration and teachers' responses. The field measurements on the levels of TVOC and HCHO were carried out in six classrooms of newly built or remodeled kindergartens before their opening. The interviews with teachers of subject kindergartens were carried out at the end of the first semester. The contents of the interviews were teachers' subjective responses and symptoms of the kindergarten pupils on the Sick New-School Syndrome. The results are as follows; the mean value of TVOC concentration in the classrooms of kindergartens ranged from 0.10ppm to 0.42ppm, which can theoretically exert a harmful influence on residents. The mean value of HCHO concentration ranged from 0.00ppm to 0.03ppm, which does not exceed the standard. The TVOC concentrations of the more ventilated kindergartens were lower than the others. Also, the classrooms with high concentrations of TVOC showed negative responses or symptoms in teachers and kindergarten pupils.

Keywords : TVOC(Total Volatile Organic Compounds), HCHO(Formaldehyde), newly built or remodeled kindergarten, sick new-school syndrome, symptoms of the kindergarten pupils

I. 서론

유치원 건물은 성장기 유아들이 하루의 상당시간을 보내는 공간으로서, 최근 여성의 사회활동 및 맞벌이 부부의 증가로 인해 자녀의 보육과 교육을 담당하는 종일반 유치원이 전체 유치원의 65%로 크게 늘어난 것으로 나타나, 더욱 유치원 시설의 중요성이 증대되고 있다(“충북 유치원 65%가 종일반”, 2007).

일반적으로 어린이는 다음과 같은 이유에서 성인에 비

해 실내공기 중 오염물질에 대하여 취약하다. 첫째, 신체의 체적에 대한 호흡량이 크므로 어린이는 활동적인 놀이 등으로 인하여 흡입량에 있어 상대적인 불균형이 일어나 공기 중의 오염물질을 더 많이 흡입할 수 있는 가능성이 있다. 둘째, 어린이의 신체적인 특성에 있어 기도 및 신체기관이 아직 발달하고 있는 과정에 있다. 셋째, 유아기는 면역체계 역시 발달하고 있는 과정에 있어 신체의 저항력이 성인에 비해 약하다. 상기와 같이 어린이들은 성인과 구별되는 신체적인 특징을 가지고 있기 때

* Corresponding author: Choi, Yoon-Jung

Tel: 043-261-2714, Fax: 043-276-7166

E-mail: ychoi@cbnu.ac.kr

문에 실내오염물질의 관리에 있어서도 성인과 구분될 필요가 있다(정창현 외, 2006). 이를 위해서는 어린이 시설의 실내공기질에 대한 실태파악이 우선 필요하다.

우리나라에서 이러한 실내공기질에 대한 관심이 폭발적으로 일어나게 된 계기 중 하나인 2004년 SBS 신년 다큐 3부작 '환경의 역습'의 내용 중, 학교를 신축한 후 교실에 들어가지 못하고 운동장에서 따로 공부하는 일본의 가네코 노부요시(14세) 형제가 소개되었는데, 이 학생들의 증상을 '새학교증후군'이라 할 수 있다. 일본에서는 최근 신설 학교에서 새학교증후군이 나타나자 공기오염도를 측정해 학생과 학부모가 안전하다고 인정했을 때 비로소 등교를 허가한 바 있으며, 미국 환경청은 학교 실내환경 관리를 최우선 과제로 인식하며 그에 따른 행정 조치도 매우 강력하다. 모든 학교를 조사해 석면 같은 유해물질이 포함된 건축자재로 지어진 경우에는 건축자재를 대체하거나 아예 이전 또는 신설토록 할 정도이다("새학교증후군" 고통 심각하다", 2007). 즉, 미국과 일본에서는 새학교증후군 예방을 위한 제도가 운영되고 있음을 알 수 있다.

현재 우리나라의 유아들이 생활하는 공간에 대한 정부 또는 지자체의 노력을 보면, 교육과학기술부에서는 2006년 11월 14일 학교보건법 시행규칙을 개정하였다. 그 중, 신축학교의 실내공기질에 대한 내용은 건축한 때로부터 3년이 경과하지 아니한 학교의 경우에는 총휘발성유기화합물을 측정·점검하도록 하였고, 관리기준에는 신축학교의 경우 환기시설 설치, 오염물질방출량이 적은 비품 사용 등에 대한 내용이 포함되어 있다. 서울특별시 학교보건진흥원에서는 '유치원 환경위생 관리 매뉴얼'(2007)을 발간하여, 유치원에서 일상적으로 공기질을 관리할 수 있는 환기방법 등을 상황별 그림과 간략한 지침을 제시하였다. 즉, 우리나라도 새학교증후군 예방을 위한 제도가 운영되고 있음을 알 수 있다. 그러나 신축학교에서 오염물질 농도가 높으면 개교하지 않는 등의 조치는 포함되어 있지 않다.

지금까지 유치원 시설 관련 연구 및 조사는 유치원의 물리적 환경 안전점검 및 디자인적 요소에 관한 것이 대부분(황연숙, 박희진, 1998; 정지영, 2001; 이수진, 2002; 허현영, 2003; 김영애, 2004; 정가영 외, 2004; 최미경, 2005; 강형구 외, 2005)이었다. 유치원의 실내공기질에 관한 연구는 신축 1년 미만의 보육시설을 대상으로 한 손부순 외(2005)의 연구와 기설 어린이집과 유치원을 대상으로 한 연구(최영아 외, 2006; 김윤덕, 임수영, 2007)뿐으로 보육시설을 대상으로 한 연구를 포함하여도 매우 소수였다. 즉, 신축 유치원의 실내공기질에 대한 실태 파악

은 미진한 실정이다.

따라서 본 연구는 신축 및 리모델링 유치원의 실내공기질 향상을 위한 기초연구로서, 신축 및 리모델링한 유치원의 총휘발성유기화합물(TVOC)과 포름알데히드(HCHO) 농도를 측정하고, 교사를 대상으로 새학교증후군에 대한 면접 조사를 통해 그 실태를 파악하는 것을 목적으로 하였다.

II. 문헌고찰

1. 선행연구

유치원 및 보육시설의 실내공기질을 측정한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

최영아 외(2006)는 경기도에 위치한 2개의 기설 어린이집 및 최근 리모델링한 1개 유치원에서 2006년 6~7월에 오전9시~오후6시까지 시료를 채취하여 분석한 결과, 실내 PM10 농도는 평균 43.4~117.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였으며, 아동이나 교사의 신체활동 정도나 재실인원에 따라 미세분진의 영향이 크다고 하였다.

손부순 외(2005)는 서울에 위치한 신축 보육원(건축 1년 미만) 4곳을 선정하여 선생님을 대상으로 휘발성유기화합물(VOCs)의 개인폭로 농도를 측정하였다. 그 결과, 보육선생님의 총휘발성유기화합물 노출 농도는 1944.99 \pm 1.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타나 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」에서 정하고 있는 농도보다 높은 수준이었다.

김윤덕, 임수영(2007)은 인천지역 유치원 한 곳을 두 차례에 걸쳐 「실내공기질 공정시험방법」으로 측정·분석하였다. 그 결과, TVOC와 HCHO 그리고 부유세균 등이 권고기준 및 유지기준을 초과하고, 특히 수업이 진행되는 교실의 경우는 CO₂의 수치가 유지기준을 초과하고 있어 실내환기의 필요성을 보여주었다.

이상에서, 보육시설 또는 유치원의 실내공기질에 대한 연구는 매우 소수이며, 그 중 신축(건축 1년 미만) 보육시설을 대상으로 한 연구에서 교사의 TVOC 노출농도는 기준치보다 1.4~2배 높게 나타났음을 알 수 있었다. 그러나, 본 연구와 같이 개원 전 유치원을 대상으로 한 연구는 수행된 바 없는 것으로 고찰되었다.

2. 관련이론

관련이론으로는 TVOC 농도가 건강에 미치는 영향에

대해 요약하였다.

실내의 휘발성유기화합물(VOCs)의 총농도인 TVOC 농도가 $200\sim500\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0.05\sim0.12\text{ppm}$)을 초과할 경우에 이에 대한 주의가 요망된다. 일반적으로 TVOC의 농도가 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.10ppm) 이하에서 재실자는 이에 대한 불편감을 호소하기 시작하고, $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.15ppm)의 농도에서 20% 정도의 재실자가 자극을 느끼며, 가벼운 두통 등의 증상을 호소하게 된다. $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25ppm) 정도의 농도에서 비로소 인간의 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 정도가 된다(윤동원, 2000).

실내의 총휘발성유기화합물 농도는 1~2ppm 이하의 매우 낮은 상태에서도 인체의 건강에 영향을 미치게 된다. 농도가 매우 낮기 때문에 쉽게 검출되지 않을 뿐만 아니라 인체에의 자극과 증상이 매우 경미하고 서서히 나타나는 것이 특징이다.

휘발성유기화합물(VOCs)이 인체에 미치는 영향은 주로 호흡기관의 자극과 두통의 원인이 되고, 신경·생리학적 기능장애 등을 유발하는 것으로 알려지고 있다. 인체에의 직접적인 영향이 나타나는 농도나 오염물질에 대한 인체의 반응 정도는 개인에 따라 큰 차이를 보이는데, 새집 입주와 같은 다량 폭로시가 만성적인 증상을 초래하게 되는 시점이 될 수 있다(유형규, 2005).

이러한 휘발성유기화합물은 빌딩증후군의 일종인 새학교증후군의 주된 원인으로 알려져 있으며, 체내에 축적된다고 한다(마사오 이노우에, 2004).

3. 관련법규

유치원은 「학교보건법」의 적용대상으로서 이 법에서는 교육과학기술부령이 정하는 바에 따라 학교에서의 환경위생 및 식품위생에 대하여 적절히 유지·관리하도록 하며, 점검 후 그 결과를 기록·보존 및 보고해야 한다고 명시하

고 있다. 이때 점검방법에 있어서 신축학교 교사 안의 실내 공기질 측정방법은 「실내공기질 공정시험방법」을 적용하게 되어 있다.

「학교보건법」 시행규칙에 교사 안에서의 환경위생 및 식품위생에 관한 기준이 규정되어 있다. 그중 교사 안에서의 공기의 질에 대한 유지·관리기준 중 본 연구의 측정항목의 유지관리기준은 폼알데히드 폼알데하이드 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, 총휘발성유기화합물 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구방법의 개요

본 연구는 신축 및 리모델링 유치원 3곳에서 개원 전 휘발성유기화합물에 대한 현장측정을 실시하고, 개원 후 첫 학기 종료시점에서 교사를 대상으로 새학교증후군에 대한 면접조사를 하였으며, 연구방법의 개요는 <표 1>과 같다.

2. 현장측정

1) 측정대상

현장측정은 신축 및 리모델링한 유치원의 휘발성유기화합물 농도 측정을 목적으로 하였다. 이를 위해 연구자가 접근이 가능한 충청북도 내에 대상 유치원이 있는지 정보를 수집한 후, 전화로 본 연구에 대한 설명과 함께 협조요청을 의뢰하여, 청주시 세 곳의 신축 및 리모델링 유치원의 승낙을 얻어 측정대상으로 선정하였다.

<표 1> 연구방법의 개요

조사방법	현장측정	면접조사
조사목적	신축 및 리모델링 유치원의 휘발성유기화합물 농도 실태 파악	개원 후 교사와 유아들의 새학교증후군 정도 파악
조사대상	청주시 신축 및 리모델링 유치원 세 곳 (총 6개 교실)	현장측정 유치원 각 교실의 담당 교사 (총 6명)
조사일시	공사종료 후 개원 전 시점 2007년 2월 13일(A유치원), 2월 21일(B유치원), 3월 6일(C유치원)	2007년 7월 20일, 7월 21일 (개원 후 첫 학기 종료시점)
조사내용	총휘발성유기화합물, 포름알데히드 농도 측정 관련요인 관찰 및 면접조사 (건축적 특성, 가구 반입 특성 등)	교사의 기초항목(성별, 연령대, 근무경력) 교사 본인이 느끼는 새학교증후군 증상 정도 새학교증후군 증상이 있는 유아의 수

2) 측정내용 및 방법

「학교보건법 시행규칙」에서 신축학교의 실내공기질 측정방법은 「실내공기질 공정시험방법」에 따르므로, 본 연구의 측정방법도 이를 적용하였다. 다만, 공정시험방법에서의 시료채취는 원칙적으로 오후 1시부터 5시 사이에 30분간 2회 실시하여 정밀 분석하도록 되어 있으나, 본 연구는 사용기기가 순간치 현장직독식이므로 10분 간격으로 순간농도를 다회 측정하는, 측정횟수를 늘린 간이 측정이었다(표 2).

측정일이 2월~3월로서 개원 전 상태이므로 유치원의 난방이 가동되지 않는 기간이었으나, 측정조건을 충족하기 위하여 난방을 가동하였다.

〈표 2〉 측정내용 및 방법

측정요소	TVOC 및 HCHO 순간농도
측정기기	TVOC 측정기(IAQ RAE PGM-5210) : 0~500ppm(0~99ppm 일때 0.01ppm resolution) HCHO 측정기(PPM FormaldemeterTM 400) : 0~10ppm(10% at 2ppm level)
측정조건	<ul style="list-style-type: none"> 초기 30분간 환기 : 오전 8시 30분~9시 환기시 외부에 면한 모든 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)와 실내출입문, 수납가구의 문 등을 개방 5시간동안 밀폐 : 오전 9시~오후 2시 밀폐시 외부공기와 면하는 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)은 모두 닫고, 실내간의 이동을 위한 문과 수납가구 등의 문은 개방 그 이후 측정 : 오후 2시~ 5시 실내온도는 20℃ 이상 유지
측정시간 및 간격	오후 2시~5시 동안 10분 간격으로 다회(19회) 측정
측정위치	교실 중앙에서 바닥면으로부터 1.2m~1.5m의 높이

3. 면접조사

1) 면접대상

현장측정대상 유치원 각 교실의 담당 교사(총 6명)를 대상으로 개원 후 첫 학기 종료시점(방학식 날)에 조사하였다.

2) 면접내용 및 방법

면접조사는 측정 유치원 사용자인 교사의 증상 정도와 유아들에게서 보인 증상 정도를 파악하기 위한 것으로서, 조사내용은 응답자(교사)의 기초항목, 새학교증후군 증상 정도, 담당 반의 새학교증후군 증상이 있는 유아의 수, 개원 후 환기 실시내용, 유치원의 실내공기질에 대한 생

각이었다.

세 유치원의 교사들은 유아들의 새학교증후군의 증상 정도에 대해 자세히 파악하고 있었는데, 평소에 담당 반의 유아들에 대하여 자세히 알고 있었을 뿐 아니라, 학부모와의 연락(알림장)을 통해 파악된 내용이 생활기록부에 기록되어 있었다.

새학교증후군에 대한 주관적 반응은 유해물질에 의해 나타날 수 있는 새학교증후군 증상 10가지에 대해 각각의 정도를 5단계 척도로 조사하였다(표 3).

〈표 3〉 면접조사 내용

조사항목	조사내용
기초항목	성별, 연령대, 근무경력
응답자의 새학교증후군 증상 정도	두통, 눈 따가움, 목 따가움 및 잦은 기침, 코막힘 및 콧물, 피부가려움 및 발진, 아토피의 심화, 메스꺼움 및 심장 떨림, 무기력증 및 집중력 저하, 새 건물 냄새(페인트냄새 등), 부종(얼굴, 손, 발)에 대한 5단계 척도 (① 전혀 못 느낌, ② 거의 못 느낌, ③ 약간 느낌, ④ 많이 느낌, ⑤ 매우 많이 느낌)
새학교증후군 증상이 있는 유아의 수	두통 및 눈·목 따가움, 잦은 기침, 코막힘 및 콧물, 피부가려움 및 발진, 아토피의 심화, 집중력 저하의 증상을 보인 유아 수 (해당 증상의 유아의 수/담당반의 총 유아의 수)
환기 정도	개원 후 환기한 창 종류, 시간, 이유
개원 후 유치원의 실내공기질에 대한 생각	

4. 분석방법

1) 현장측정 자료는 각 유치원의 교실별 총휘발성유기화합물 및 포름알데히드 농도 측정치와 영향요인을 표로 작성하였으며, 평균 등의 단순 통계를 이용하여 분석하였다.

2) 본 연구에서 사용한 측정기기가 ppm으로 측정되므로 측정치를 「학교보건법 시행규칙」·「교사 안에서의 공기의 질에 대한 유지기준」과 비교하기 위하여, TVOC와 HCHO 기준의 단위를 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 ppm 값으로 환산한 선행연구의 환산방법으로 환산하였다.

3) 최윤정·심현숙(2008)은 다음과 같이 법규기준의 환산에 대해 기술하였다. 본 연구의 사용기기가 ppm으로 측정되므로 측정치를 법규기준과 비교하기 위해 기준치를 ppm으로 환산하였다. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 규정된 법규기준을 ppm으로 환산하는 것은 원칙은 아니나, 생활적·건축적 변수가 많은 주택내에서의 현장연구이기 때문에 단위환산시에 생기는 오류는 수용 가능할 것으로 생각되어 단위를 환산하였다. 환산식(대기환경연구회, 2000, pp. 26-27)은 $\text{ppm} = \text{mg}/\text{m}^3 \times 22.4/M \times t/273 \times 760\text{mmHg}/P$ (M:분자량 또는

평균분자량, t: 절대온도, P: 대기압)를 이용하였고 환산조건은 실내공기질 공정시험방법(2004)에 제시된 조건인 20℃, 1기압으로 계산하였다. HCHO 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 환산하면 0.1ppm이며, 총VOC 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 환산한 결과 0.1ppm였다. 총VOC의 분자량은 공정시험방법에서 규정한 5개 측정항목 각각의 분자량의 평균으로 하였다. 신축 공동주택의 권고기준 포름알데히드 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 은 0.17ppm, TVOC는 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌의 각 기준을 ppm으로 환산한 후, 이들의 합인 0.58ppm을 적용하였다. 공정시험법의 규정대로 정밀분석에 의한 voc 각각의 물질의 농도 파악도 중요하나, 본 연구 역시 현장측정 연구로서, 재실자에게 미치는 영향에 대한 파악은 각각의 물질의 농도의 합으로 대표하여 다수의 현장에 대한 확산이 중요하다고

보고, 위 연구의 환산법을 적용하였다.

4) 면접조사 자료는 각 응답자별 응답내용을 표로 정리하여 증상 정도와 반응평가를 단순 통계로 분석하였다.

IV. 조사결과 및 해석

1. 조사대상의 특성

측정대상 유치원 및 교실에 대한 개요는 <표 4>, 측정교실의 모습은 <표 5>와 같다.

측정교실의 건축적 특성과 측정시 영향요인에 대해서는 측정일 행정실 직원 선생님을 대상으로 면접하거나

<표 4> 측정대상의 개요

		A유치원		B유치원		C유치원		
유치원의 건축적 특성	운영개요	병설유치원 초등학교건물 일부 사용		병설유치원 초등학교건물 일부 사용		병설유치원 초등학교건물 일부 사용		
	리모델링 여부	신축		신축		리모델링 2006년 12월		
	일반교실수	2개		2개		2개		
	교사실수	없음(교실사용)		없음(교실사용)		1개		
학교의 건축적 특성*	주변환경	(신규 택지지구)				동쪽 : 주택가 서쪽 : 2차선 도로 남쪽 : 운동장 북쪽 : 2차선도로		
		동쪽 : 아파트 신축 서쪽 : 2차선도로 남쪽 : 운동장 북쪽 : 아파트 신축		동쪽 : 학교 건물 서쪽 : 산 남쪽 : 학교 건물 북쪽 : 아파트 단지				
		철근 콘크리트조		철근 콘크리트조		철근 콘크리트조		
		2007년 1월 말		2007년 1월 말		1993년 12월 말		
	냉방설비	중앙 ON/OFF방식 천장형 냉·온풍기		중앙 ON/OFF방식 천장형 냉·온풍기		중앙 ON/OFF방식 천장형 냉·온풍기 유치원은 가스보일러 병용		
	난방설비							
측정교실		a교실	b교실	c교실	d교실	e교실	f교실	
측정교실의 건축적 특성	방위		남향	남향	남향	남향	남향	남향
	층		1층/5층	1층/5층	1층/4층	1층/4층	1층/5층	1층/5층
	교실크기(mm×mm)		7500×8400		7500×8400		7500×13500	7500×9000
	일조방해요인		필로티형식 처마		없음		없음	
	일조조절장치		없음		없음		블라인드	
	창의 유형	외측 (남쪽)	싱글글래스 이중창 -외(알루미늄창호) -내(PVC창호)		페어글래스 단일창 (알루미늄창호)		이중창 -외(싱글글래스 알루미늄 창호) -내(페어글래스 PVC창호)	
		복도측 (북쪽)	싱글글래스 단일창 (PVC창호)		페어글래스 단일창 (PVC창호)		페어글래스 단일창 (PVC창호)	
	교실문 형태		여닫이문(목재)		여닫이문(목재)		여닫이문(목재)	
	난방설비	위치	천장 중앙 1대		천장 중앙 1대		천장 중앙 2대	바닥난방
		열매	냉·온풍		냉·온풍		냉·온풍	온수
		방열기	카세트		카세트		카세트	바닥면
	마감재	천장	석고보드 흡음 텍스		석고보드 흡음 텍스		석고보드 흡음 텍스	
		벽	모르타르 위 페인트마감 (친환경 페인트)		모르타르 위 페인트 마감 (친환경 페인트)		모르타르 위 페인트 마감 (수성 페인트)	
		바닥	강화마루, 접착시공 안함		강화마루, 접착시공 안함		강화마루, 접착시공 안함	

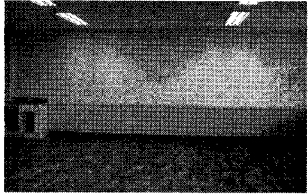

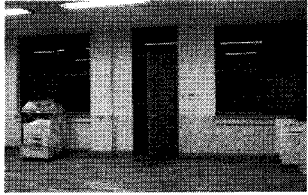
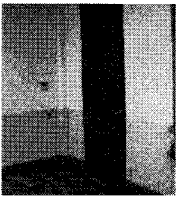
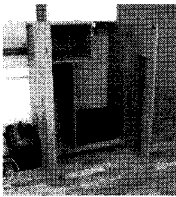



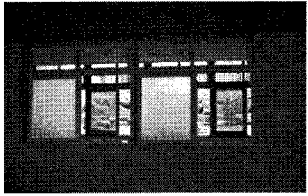
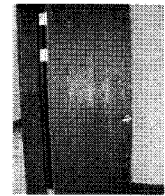


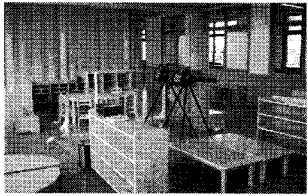


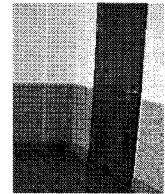
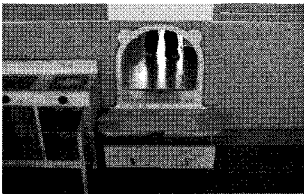
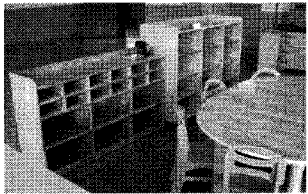
* 세 유치원 모두 환기설비 없음.

연구자가 관찰 조사하였다. 그 중 마감재와 가구 종류에 대해서는 행정실 선생님이나 충청북도 교육청, 시공업체 또는 납품업체에 문의하였는데, 제품의 유해물질 방출등급에 대해 잘 모르고 있었으며 페인트의 경우만 친환경

페인트라는 구분을 해주었다.

세 유치원 중 A, B유치원은 신축 건물로서 신규 택지 지구에 위치하고 있으며 완공 후 20일경과 후와 25일경과 후 측정하였고 측정하기 전까지 환기는 하지 않았다.

〈표 5〉 측정교실의 모습

A유치원	i) 전체모습	ii) 외측창*	iii) 복도창*
			
	iv) 출입문	v) 가구-1	vi) 가구-2
			
B유치원	i) 전체모습	ii) 외측창	iii) 복도창*
			
	iv) 출입문	가구-1	vi) 가구-2
			
C유치원	i) 전체모습	ii) 외측창	iii) 복도창*
			
	iv) 출입문	가구-1	vi) 가구-2
			

* 외부로 면한 창이 열린 사진은 실내공기질 공정시험방법에 따라 초기 30분 환기시 모습임.

C유치원은 오래된 건물에 리모델링을 한 경우로서 세 유치원 중 반입된 가구의 수는 가장 많았지만 리모델링 완료 후 측정시기가 60일 경과로 가장 길었고, 측정하기 전 10일 정도 난방 후 1시간내외로 외측창 2~4개를 완전 개방하여 환기하였다. 마감재는 세 유치원이 유사하였는데, 바닥은 강화마루로 접착시공을 하지 않았고 벽은 모르타르 위 페인트마감을 하였으며 천장은 석고보드 흡음 텍스였다.

2. 현장측정결과

현장측정결과, 6개 교실의 실내온도는 18.2~24.8℃로서 실내공기질 공정시험방법의 측정조건을 대체로 유지하였다. 상대습도는 14~36%로, 우리나라 겨울철의 일반적 상태였다. 세 유치원의 측정결과 및 영향요인을 분석한 결과는 <표 6>과 같다.

1) A유치원 측정결과

a교실의 TVOC 농도는 0.30~0.55(평균 0.42)ppm으로 「학교보건법 시행규칙」에서 제시하고 있는 TVOC 유지기준 0.1ppm(이하 TVOC 유지기준)과 비교할 때 4배에 달하는 농도이며, 인간의 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 수준이다. HCHO 농도는 0.00~0.07(평균 0.01)ppm으로 「학교보건법 시행규칙」에서 제시하고 있는 HCHO 유지기준 0.08ppm(이하 HCHO 유지기준)보다 낮은 농도였다.

b교실의 TVOC 농도는 0.23~0.49(평균 0.32)ppm으로 TVOC 유지기준의 3배에 달하는 농도이며, 이론상 인간의 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 수준이다. HCHO 농도는 0.00~0.02(평균 0.00)ppm으로 HCHO 유지기준보다 낮은 농도였다.

2) B유치원 측정결과

c교실의 TVOC 농도는 0.10~0.33(평균 0.19)ppm으로 TVOC 유지기준의 2배에 달하는 농도이다. 이는 20% 정도의 재실자가 자극을 느끼며 가벼운 두통 등의 증상을 호소하는 정도이며 민감한 사람은 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 수준이다. HCHO 농도는 0.00~0.03(평균 0.00)ppm으로 HCHO 유지기준보다 낮은 농도였다.

d교실의 TVOC 농도는 0.10~0.40(평균 0.20)ppm으

로 TVOC 유지기준과 비교하여 2배에 달하는 농도이다. 이는 이론상 20% 정도의 재실자가 자극을 느끼며 가벼운 두통 등의 증상을 호소하는 정도이며 민감한 사람은 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 수준이다. HCHO 농도는 0.00~0.00(평균 0.00)ppm으로 검출되지 않았다.

3) C유치원 측정결과

e교실의 TVOC 농도는 0.07~0.16(평균 0.10)ppm으로 TVOC 유지기준 정도의 농도이며, 이론상 재실자가 이에 대한 불쾌감을 호소하기 시작하는 농도이다.

f교실의 TVOC 농도는 0.07~0.26(평균 0.18)ppm으로 TVOC 유지기준과 비교하여 약 2배에 달하는 농도이며, 이론상 20% 정도의 재실자가 자극을 느끼며 가벼운 두통 등의 증상을 호소하는 수준이다.

e, f교실의 HCHO 농도는 0.00~0.00(평균 0.00)ppm으로 검출되지 않았다.

4) 측정결과 분석

<표 6>을 보면, 세 유치원 중 A, B유치원은 신축 건물로서 신규 택지지구에 위치하고 있으며 측정하기 전까지 환기하지 않았다. C유치원은 리모델링의 경우로서 세 유치원 중 반입된 가구의 수는 가장 많았지만 리모델링 완료 후 경과기간이 가장 길었고, 난방하면서 환기를 하는 방법을 실시하여, 세 유치원 중 가장 많이 환기하였다. 마감재는 세 유치원이 유사하였다.

이러한 상황에서 TVOC 농도가 A유치원과 B유치원이 높았고 C유치원이 낮았다. 따라서 A, B유치원과 C유치원은 공사 후 측정시기까지의 경과일에 차이가 있고 측정 전 환기 실시 여부에 차이가 있으므로 환기량의 차이가 영향요인일 수 있으며, 또 다른 요인은 리모델링보다는 신축의 경우에 TVOC 농도가 높을 수 있음을 원인으로 추측할 수 있다.

반면, 세 유치원의 HCHO 농도는 평균 0.00~0.01 ppm으로 HCHO 유지기준보다 낮은 농도로 이론상 건강에 영향을 미치는 정도 이하였다. 일반적으로 포름알데히드는 가구나 마루바닥재에서 방출된다고 알려져 있는데, 이들 측정 유치원의 경우 바닥재는 모두 강화마루로 접착시공을 하지 않았고, 가구의 경우 A유치원은 반입된 가구가 거의 없었고 B유치원은 유아용 책·결상이 반입되어 있었으나 PVC 자재가구가 대부분이었다. C유

〈표 6〉 측정결과 및 영향요인

: 학교보건법 유지·관리기준 초과

	유치원의 건축적 특성		측정 시기	완공 후 환기정도	측정 교실	측정결과(평균)		영향 요인							
	주변 환경	완공시기				단위 : ppm		교실 크기	마감재		가구(구입품)		교구		
A 유치원	신규 택지 지구	2007년 1월 말 신축	완공 20일 후 측정	측정 전 환기 없음	a 교실	TVOC	0.30~0.55 (0.42)	7500 ×8400 mm	천장	석고보드 흡음 텍스	청소도구함 (합판, 제작품)	1개	게시판 1개 화이트보드 1개		
						HCHO	0.00~0.07 (0.01)							벽	모르타르 위 페인 트마감 (친환경 페인트)
					b 교실	TVOC	0.23~0.49 (0.32)	7500 ×8400 mm	바닥	강화마루 접착시공 안함	싱크대 (합판, 제작품)	1개	비닐에 싸인 복사기 1대		
						HCHO	0.00~0.02 (0.00)							TV서랍장(합판)	1개
B 유치원	신규 택지 지구	2007년 1월 말 신축	완공 25일 후 측정	측정 전 환기 없음	c 교실	TVOC	0.10~0.33 (0.19)	7500 ×8400 mm	천장	석고보드 흡음 텍스	책상 (PVC+합판상판)	8개	-		
						HCHO	0.00~0.03 (0.00)							벽	모르타르 위 페인 트마감 (친환경 페인트)
					d 교실	TVOC	0.10~0.40 (0.20)	7500 ×8400 mm	바닥	강화마루 접착시공 안함	책상 (PVC+합판상판)	16개	-		
						HCHO	0.00~0.00 (0.00)							결상(PVC)	8개
C 유치원	주택가	1993년 12월 말 완공, 2006년 12월 말 리모델링 유치원 개원을 위한 학교공간 일부를 유치원 공간으로 리모델 링 기준에 분리되어 있던 교실 벽을 허물고 확장공사	리모델링 완료 60일 후 측정	측정하기 전 10일 정도 난방 후 1시간내외 로 외측창 2~4 개를 완전 개방 하여 환기	e 교실	TVOC	0.07~0.16 (0.10)	7500 ×13500 mm	천장	석고보드 흡음 텍스	책상 (PVC+합판상판)	10개	부적포 게시판 1개 화이트보드 1개 컴퓨터 2대 디지털피아노 1대 TV 1대		
						HCHO	0.00~0.00 (0.00)				벽	모르타르 위 페인트마감 (수성 페인트)		결상(PVC)	27개
														유아용 화장대 (합판)	1개
						f 교실	TVOC				0.07~0.26 (0.18)	7500 ×9000 mm		바닥	강화마루 접착시공 안함
					책상 (PVC+합판상판)			13개							
					HCHO	0.00~0.00 (0.00)	바닥	강화마루 접착시공 안함	유아용 화장대 (합판)	1개	부적포게시판 1개 화이트보드 1개 컴퓨터 2대 디지털피아노 1대 TV 1대				
										사물함(합판)		3개			
										컴퓨터책상 (합판)		2개			
기타 교구정리함 (원목)	14개														

세 유치원 모두 환기설비 없음.

치원은 가구가 모두 반입된 상태였지만 PVC 자재가구가 많았고 합판 자재가구도 있었지만 측정 전 환기가 이루어졌기 때문에 HCHO 농도가 낮은 것으로 생각된다.

3. 면접조사결과

세 유치원의 교사를 대상으로 한 면접조사결과는 <표 7>과 같다.

1) A유치원 면접조사결과

A유치원은 현장측정 후 개원 일주일 전부터 개원준비를 하며 외측창 모두를 완전 개방한 상태로 1시간 내외

로 환기하였으며, 개원 후에는 외측창 모두를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1시간 내외로 환기하였다가 날씨가 더워지면서 하루 5~8시간 환기를 하였다고 응답하였다.

(가)와 (나)교사의 주관적 반응 평균은 3.9~4.1로 공통적으로 가장 많이 느낀 증상은 새 건물 냄새(페인트냄새 등)였으며, 기존에는 이 같은 증세가 없었으나 신축한 A유치원에 근무하면서 증상정도가 높아졌다고 응답하였다.

각 반의 새학교증후군 증상이 있는 유아의 수에 대해 면접한 결과 (가)교사의 경우, 담당 반 유아의 수 29명 중 두통·눈·목 따가움 증상이 있는 유아가 20명으로 가장 많았으며, 잦은 기침, 코막힘·콧물의 증상이 있는 유아가 각각 15명씩이라고 응답하였다. 아토피염이 심화

〈표 7〉 면접조사결과

		A유치원(신축)		B유치원(신축)		C유치원(리모델링)	
응답자		가	나	다	라	마	바
담임반		a교실	b교실	c교실	d교실	e교실	f교실
개인사항		여, 40대, 근무경력 19년	여, 30대, 근무경력 8년	여, 30대, 근무경력 16년	여, 40대, 근무경력 21년	여, 30대, 근무경력 9년	여, 30대, 근무경력 6개월
측정 결과 평균	TVOC(ppm)	0.42	0.32	0.19	0.20	0.10	0.18
	HCHO(ppm)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
새학교 증후군 반응	심한 증상	5점-눈 따가움, 목 따가움, 작은 기침, 새 건물 냄새 4점-코막힘, 콧물, 아토피염의 심화, 무기력증, 집중력 저하, 부종 3점-눈 따가움, 목 따가움, 잦은 기침, 피부가려움 및 발진, 아토피염의 심화, 메스꺼움, 심장 떨림	5점-무기력증, 집중력 저하, 새 건물 냄새 4점-두통, 코막힘, 부종 3점-눈 따가움, 목 따가움, 잦은 기침, 피부가려움 및 발진, 아토피염의 심화, 메스꺼움, 심장 떨림	3점-두통, 코막힘, 콧물, 피부가려움 및 발진, 아토피염의 심화	3점-두통, 눈 따가움, 피부가려움 및 발진, 메스꺼움, 심장 떨림, 새 건물 냄새	3점-눈 따가움	3점-새 건물 냄새
	반응 평균*	4.1	3.9	2.4	2.5	1.5	1.2
환기 정도	개원 후	외측창 모두(4개)를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1~2시간 내외, 날이 더워지면서 8시간 환기.	외측창 모두(4개)를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1시간 내외, 날이 더워지면서 5시간 환기.	외측창 모두(7개)를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1시간 내외, 날이 더워지면서 8시간 환기.	외측창 모두(7개)를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1시간 내외, 날이 더워지면서 5시간 환기.	외측창 모두(6개)를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1~2시간 내외, 날이 더워지면서 8시간 환기.	외측창(4개) 모두를 완전 개방하여 개원 직후에는 난방 후 1~2시간 내외, 날이 더워지면서 8시간 환기.
	개원 전	(측정 후) 개원 전 3월 2일부터 출근하여 개원준비를 하며 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기.	(측정 후) 개원 전 2월 말부터 출근하여 개원준비를 하면서 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기.	(측정 후) 개원 전 2월 말부터 출근하여 개원준비를 하면서 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기.	개원 전 2월 20일부터 출근하여 개원준비를 하면서 외측창 모두를 완전 개방하여 1~2시간 내외로 환기.		
실내공기질에 대한 생각		비오는 날, 습도가 높은 날에는 증상 정도가 더 심해지는 느낌.	공기가 탁하고 각종 유해 화학물질 냄새가 남.	냄새가 많이 나고, 공기가 탁한 느낌이 남, 개원 직후보다는 점차 나아지는 듯 함.	양호한 편, 문을 열어놓으면 냄새를 거의 못 느끼며, 출근 후 처음 문을 열었을 때 답답한 정도.	처음 입실 때 새 건물이라는 느낌, 공기청정기가 있어도 틀어놓을 필요를 못 느끼 정도로 아무런 문제를 느끼지 못함.	개원하여 공기가 좋지 않다기 보다는 단한 공간에서의 답답함과 동일하다고 느낌. 페인트 냄새가 남.
담당반 유아수		29	24	31	29	25	17
증상이 있는 유아의 수	두통·눈·목 따가움	20 (69%)	12 (50%)	1 (3%)	3 (10%)	0	0
	잦은 기침	15 (52%)	12 (50%)	2 (6%)	3 (10%)	0	0
	코막힘, 콧물	15 (52%)	10 (42%)	2 (6%)	2 (7%)	0	0
	피부가려움 및 발진	10 (42%)	10 (42%)	1 (3%)	3 (10%)	0	0
	아토피염의 심화	13 (45%)	10 (42%)	1 (3%)	2 (7%)	0	0
	집중력 저하	10 (42%)	10 (42%)	1 (3%)	5 (17%)	0	0
	기타	유치원 원생들 모두가 인근 신축아파트에 거주하는 유아들로, 이러한 환경이 영향을 있을 것으로 응답함.				기존에 아토피염이 있는 유아 3명 정도 있으나 증상이 심화되진 않았다고 응답함.	

* 5점-매우 많이 느낌, 4점-많이 느낌, 3점-약간 느낌, 2점-거의 못 느낌, 1점-전혀 못 느낌

된 유아는 13명, 피부가려움 및 발진과 집중력 저하를 보인 아동은 각각 10명이었다. (나)교사의 경우, 담당 반 유아의 수 24명 중 두통·눈·목 따가움과 잦은 기침 증상이 있는 유아 12명으로 가장 많았으며, 코막힘·콧물, 피부가려움 및 발진, 아토피염의 심화, 집중력 저하를 보인 유아 각각 10명씩으로 나타났다.

교사들은 이러한 증상의 이유로 유치원의 실내공기질 뿐만 아니라 원생들 모두가 인근 신축아파트에 거주하므로 이러한 환경이 영향이 있을 것으로 응답하였다.

2) B유치원 면접조사결과

B유치원은 현장측정 후 개원 전 일주일 전부터 개원

준비를 하며 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기하였으며, 개원 직후에는 난방 후 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기하였다가 날씨가 더워지면서 하루 5~8시간 환기를 하였다고 응답하였다.

(다)와 (라)교사의 주관적 반응 평균은 2.4~2.5로 공통적으로 가장 많이 느낀 증상은 두통, 피부가려움 및 발진이었다.

각 반의 새학교증후군 증상이 있는 유아의 수는 (다)교사의 경우, 담당 반 유아의 수 31명 중 잦은 기침, 코막힘·콧물의 증상이 있는 유아가 각각 2명씩으로 나타났다. 두통·눈·목 따가움과 피부가려움 및 발진, 아토피의 심화, 집중력 저하 증상이 있는 유아는 각각 1명씩으로 나타났다. (라)교사의 경우, 담당 반 유아의 수 29명 중 집중력 저하를 보인 유아가 5명으로 가장 많았고, 다음으로 두통·눈·목 따가움과 잦은 기침, 피부가려움 및 발진 증상이 있는 유아가 각각 3명씩으로 나타났으며 코막힘·콧물과 아토피의 심화 증상이 있는 유아가 각각 2명씩으로 나타났다. B유치원도 A유치원과 마찬가지로 이러한 증상의 원인으로 유치원의 환경 뿐 아니라 거주환경도 영향이 있을 것으로 응답하였다.

3) C유치원 면접조사결과

C유치원은 개원 전 2주일 전부터 개원준비를 하며 외측창 모두를 완전 개방하여 1~2시간 내외로 환기하였으며, 개원 직후에는 난방 후 외측창 모두를 완전 개방하여 1시간 내외로 환기하였다가 날씨가 더워지면서 하루 8시간 환기를 하였다고 응답하였다.

(마)와 (바)교사의 주관적 반응 평균은 1.2~1.5로 증상을 거의 느끼지 않는 것으로 나타났다. 공통적인 증상은 없었으며, 유치원 개원을 위한 리모델링 후 실내공기질에 대하여 공기질이 좋지 않거나 새 건물 냄새를 별로 느끼지 못하였다고 하였다.

각 반의 새학교증후군 증상이 있는 유아의 수는, (마)와 (바)교사 모두 해당 반에 새학교증후군 증상이 있는 유아는 없었다고 응답하였다. C유치원 유아 중 기존에 아토피염이 있는 유아가 3명 정도 있으나 증상이 심화되진 않았다고 응답하였다.

4) 면접조사결과 분석

A, B, C유치원은 모두 개원 전 1~2주일 전부터(A, B유치원은 현장측정일 후 시점, C유치원은 측정 10일전에

해당됨) 개원준비를 하면서 외측창 모두를 완전 개방하여 1~2시간 내외로 환기하였으며 개원 직후에는 난방 후 1~2시간 내외, 날이 더워지면서 5~8시간 환기를 하였다고 응답하였다.

교사들의 새학교증후군 증상정도는 A유치원 평균 3.9~4.1, B유치원 평균 2.4~2.5, C유치원 평균 1.2~1.5로 나타났다. 또한 교실별 새학교증후군 증상이 있는 유아의 비율은 각 증상항목별로 A유치원 34~69%, B유치원 3~17%, C유치원은 0%로 나타났다.

교사들의 증상정도가 높은 순서와 증상이 있는 유아의 비율의 순서는 A유치원, B유치원, C유치원 순으로 일치하였다. 세 유치원 중 가장 환기량이 적고 TVOC 측정결과 농도가 가장 높게 나타난 A유치원이 교사의 증상정도와 증상이 있는 유아의 수가 가장 많이 나타났고, 신축이 아닌 리모델링으로서 환기량이 가장 많고 TVOC 측정결과 농도가 가장 낮은 C유치원이 교사의 증상정도와 증상을 보인 유아의 수가 가장 적었다. A와 B유치원은 신규 택지지구에 개원한 유치원으로서, 유치원이 신축건물일 뿐 아니라, 원아가 거주하고 있는 주택 역시 신축아파트이므로, 원아에게 오염물질이 노출되는 시간이 유치원에서 뿐 아니라 주택에서도 지속되고 있을 것으로 추측된다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 신축 및 리모델링 유치원의 실내공기질 향상을 위한 기초연구로서 신축 및 리모델링 유치원의 실내공기오염 실태 파악을 목적으로, 3개의 신축 및 리모델링 유치원 총 6개 교실에서 개원 전 현장측정하고 1학기 종료시점에서 새학교증후군에 대한 면접조사를 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 신축 및 리모델링 유치원의 6개 교실에서 TVOC 농도를 측정한 결과, 평균 0.10~0.42ppm으로 이는「학교보건법 시행규칙」유지·관리기준($400\mu\text{g}/\text{m}^3$, 0.1ppm으로 환산)의 약 1~4배에 해당하는 농도이다. 이는 이론상 재실자가 이에 대한 불쾌감을 호소하기 시작하거나 인간의 지각(냄새 등)으로 오염물질을 감지할 수 있는 수준이다.

TVOC 농도가 높게 나타난 2개 유치원은 신축 건물로서 신규 택지지구에 위치하고 있으며 완공 후 20일 경과 후, 25일 경과 후 측정하였고 측정하기 전까지 환기하지 않은 상태였다. TVOC 농도가 가장 낮게 나타난 유치원은 오래된 건물에 리모델링을 실시한 경우로서 리모델

링 완료 후 측정시기가 60일 경과로 가장 길었고 측정 전 환기한 상태였다. 따라서 환기량의 차이가 영향요인 일 수 있으며 또 다른 요인은 리모델링 보다는 신축의 경우에 TVOC 농도가 높을 수 있음을 추측할 수 있다.

2) 6개 교실의 HCHO 농도는, 5개 교실이 평균 0.00ppm, 1개 교실만 평균 0.01ppm으로, 「학교보건법 시행규칙」유지·관리기준($100\mu\text{g}/\text{m}^3$, 0.08ppm으로 환산)보다 낮은 농도로, 이론상 건강에 영향을 미치는 정도 이하였다. 즉, TVOC 농도에 비해 HCHO 농도는 매우 낮은 상태였다. 일반적으로 포름알데히드는 가구나 마루 바닥재에서 방출된다고 알려져 있는데, 이들 유치원은 모두 바닥재가 강화마루로 접착시공을 하지 않았다. 가구의 경우 측정시 1개 유치원은 반입된 가구가 거의 없었고, 1개 유치원은 유아들의 책걸상이 반입되어 있었으나 PVC 자재가구가 대부분이었다. 1개 유치원은 가구가 모두 반입된 상태였는데 PVC 자재가구가 많았고 합판 자재가구도 있었지만 측정 전 환기가 이루어졌기 때문에 HCHO 농도가 낮은 것으로 생각된다.

3) 첫 학기 종료시점에 각 유치원의 교사를 대상으로 면접조사를 실시한 결과, 교사들의 새학교증후군 각 항목에 대한 증상정도는 TVOC 농도가 가장 높은 A유치원은 평균 4(4-많이 느낌), TVOC 농도가 두 번째인 B유치원은 평균 2.5(3-약간 느낌, 2-거의 못 느낌), TVOC 농도가 가장 낮은 C유치원은 평균 1.35(1-전혀 못 느낌) 이었고, 증상이 있는 유아의 비율은 각 증상항목별로 TVOC농도 순서대로 유치원별, 34~69%, 3~17%, 0%로 나타났다. 즉, 세 유치원의 TVOC 농도와 교사들의 증상정도 및 증상이 있는 유아의 수가 많은 순서가 일치하였다. 즉, 휘발성유기화합물이 실제로 인체에 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 신축 및 리모델링 유치원의 TVOC 농도는 「학교보건법 시행규칙」의 유지·관리기준을 초과하는 실태로 파악되었고, 휘발성유기화합물은 실제로 인체에 영향을 미치고 있음을 알 수 있는데 이러한 TVOC 농도는 환기량과 신축여부(신축과 리모델링의 차이)에 따라 차이를 보이는 것으로 해석된다. 따라서 새학교증후군 예방을 위해서는 무엇보다도 환기가 매우 중요한 방법이며, 이에 따라 신축유치원의 개원은 3월보다는 여름 전 완공 후 온·습도가 높은 여름철에 충분히 환기한 후 9월에 개원할 것을 제안한다.

HCHO 농도는 기준치 이하로 나타났는데, 이는 바닥

재가 모두 강화마루로 접착시공을 하지 않았고 가구도 PVC 자재가구가 많았기 때문으로 해석되었으므로, 마감재와 가구자재 선택이 중요함을 알 수 있다.

또한 조사과정에서 나타난 내용으로서 유치원 실내공기질에 영향을 미치는 중요요인인 마감재와 가구의 종류에 대해 조사대상 유치원에서는 정확히 정보를 알고 있는 관계자가 없을 뿐 아니라 납품업체는 가구의 등급의 의미조차 알고 있지 못했다. 학교보건법(2007. 4. 27 일부개정)에서는 신축학교에 대하여 오염물질방출건축자재의 사용 제한, 환기시설 설치, 학교의 비품은 포름알데히드 방출량이 작은 것을 사용할 것, 교사 안에서의 포름알데히드 및 휘발성유기화합물이 유지기준에 적합하도록 필요한 조치를 강구하고 사용할 것이라고 규정되어 있다. 이 외에 서울특별시 학교보건진흥원에서는 유치원 환경위생 관리 매뉴얼, 새학교증후군 예방 매뉴얼을 제작하는 등 새학교증후군 예방을 위한 정부 또는 지자체의 노력은 앞서가는데 비해 일선 행정직원이나 납품업체의 현실은 그렇지 못했다. 또한, 이번 조사대상 유치원은 6개 교실 모두 환기시설이 없었으며, 개원 전 실내공기질을 점검한 유치원이 없었다. 따라서, 유치원 건축의 공급자, 교육청 관계자, 유치원 행정직원 및 교사를 대상으로 한 홍보와 교육이 절실하다고 할 수 있다.

주제어 : 총휘발성유기화합물, 포름알데히드, 신축 및 리모델링 유치원, 새학교증후군, 유아의 증상

참 고 문 헌

- 강형구, 강봉임, 이청웅. (2005). 유치원의 공간규모계획에 관한 연구. **한국실내디자인학회논문집**, 14(2), 161-168.
- 김영애. (2004). 대전시 아파트 단지 내 보육시설의 실태조사 연구 : 시설을 중심으로. **대한건축학회논문집**, 20(8), 31-38.
- 김윤덕, 임수영. (2007). 유치원내 실내공기환경 측정. **한국교육시설학회지**, 14(1), 52-57.
- 마사오 이노우에 원저, 김현중 역. (2004). **새집증후군의 실제와 대응전략**. 한국목재신문사.
- 손부순, 전용택, 양원호, 이종대, 정용택. (2005). 서울지역 일부 보육시설 실내공기 중 휘발성유기화합물(VOCs)의 농도분포 특성. **한국실내환경학회 연차학술대회논문집**, 2, 268-271.
- 윤동원. (2000). 주거용 건물의 화학물질 오염에 관한 고찰.

- 주택, 제66호, 81-111.
- 유형규. (2005). 신축공동주택 실내공기오염물질의 발생원인 및 방출특성에 관한 실험 연구-폼알라이드와 TVOC를 대상으로. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 이수진. (2002). 아동 보육시설 실내환경 평가 도구 개발. **한국실내디자인학회 논문집**, 33, 27-35.
- 정가영, 이향미, 이청웅. (2004). 유치원 교실의 색채이미지 선호도에 관한 연구. **한국실내디자인학회논문집**, 13(5), 190-197.
- 정지영. (2001). 보육시설의 건축계획에 관한 연구 : 공간 구성계획을 중심으로. **대한건축학회논문집**, 17(11), 57-64.
- 정창현, 이윤규, 김태연, 이승복. (2006). 실내공기질을 고려한 유치원 보육실의 적정 환기량 검토. **대한설비공학회 2006하계학술발표대회논문집**, 283-288.
- 최미경. (2005). 유치원의 안전관리 실태에 관한 조사 연구. 안동대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최영아, 이태정, 김동술. (2006). 유아교육기관에서의 실내공기질 조사 및 실내활동에 따른 입자상오염물질의 농도 특성. **한국실내환경학회지**, 3(3), 273-284.
- 최윤정, 심현숙. (2008). 리모델링후 거주중인 아파트 단위주거의 실내공기질 평가. **대한건축학회논문집 계획계**, 24(12), 303-312.
- 황연숙, 박희진. (1998). 유치원 보육실 실내환경계획 방향에 관한 연구. **한국실내디자인학회논문집**, 15, 62-68.
- 허현영. (2003). 유치원 안전사고의 요인분석과 시설물 개선방안에 관한 연구. 창원대학교 산업정보대학원 석사학위논문.
- 교육과학기술부. (2007). 학교보건법 [일부개정 2007, 8. 3 법률 제 8578호]. 자료출처 www.moe.go.kr
- 교육과학기술부. (2006). 학교보건법 시행령 [일부개정 2006, 10. 27 대통령령 제 19718호]. 자료출처 www.moe.go.kr
- 교육과학기술부. (2007). 학교보건법 시행규칙 [일부개정 2007, 3. 26 교육과학기술부령 제 905호] 자료출처 www.moe.go.kr
- 교육과학기술부. (2006). 학교 환경위생 및 식품위생 점검기준 [교육과학기술부고시 제 2006-10호(2006, 1. 20)] 자료출처 www.moe.go.kr
- 교육과학기술부. (2006). 유치원 시설안전 관리 매뉴얼(2006, 11. 23) 자료출처 www.moe.go.kr
- 서울특별시 학교보건진흥원. (2007). 유치원 환경위생 관리 매뉴얼(2007, 6. 8) 자료출처 www.bogon.seoul.kr
- 서울특별시 학교보건진흥원. (2007). 건강한 유치원, 우리가 만들어요!(2007, 6. 14) e-보건의뉴스 자료출처 www.bogon.seoul.kr
- 환경부. (2004). 실내공기질 공정시험방법(환경부고시 제 2004-80호(2004, 6. 5)) 자료출처 www.me.go.kr
- ‘새학교증후군’ 고통 심각하다. (2004, 4. 18). 동아일보 경제, 자료검색일 2007, 1. 7, 자료출처 [http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD &mi=sec&sid1=101 &d=020&aid=0000234053](http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mi=sec&sid1=101&d=020&aid=0000234053)
- 충북유치원 65%가 종일반. (2007, 5. 15). 세계일보, 자료검색일 2007, 6. 20, 자료출처 <http://www.segye.com/Articles/News/WholeCountry/Article.asp?aid=20070515001982&ctg1=04&ctg2=00&subctg1=04&subctg2=00&cid=0101070400000&dataid=200705151151000037>

접 수 일 : 2009. 06. 11.
수정완료일 : 2009. 10. 08.
게재확정일 : 2009. 10. 13.