

아파트단지 피트니스센터의 실내공기질 측정분석

Measurement and Analysis on the Indoor Air Quality of Apartment Housing Complexes' Fitness Centers

김영선 · 최윤정*

충북대학교 주거환경학과 학사과정 · 충북대학교 주거환경학과 교수*

Kim, Young Seon · Choi, Yoon Jung*

Department of Housing & Interior Design, Chungbuk National University

Abstract

The purpose of this study is finding out the indoor air quality and its relevant factors of fitness centers located in apartment housing complexes, while also suggesting plans for improving the air quality of these centers. Indoor air quality was examined in each of the four fitness centers in the apartment housing complexes over the course of one day, during the service hours of 12 PM to 8 PM, from the month of February 2019 to March 2019. Indoor concentration levels of PM10, CO₂, CO, HCHO, TVOC were measured, and background elements such as indoor temperature and relative humidity were also measured. The interviews with the managers of these fitness centers and the field observation recordings were conducted simultaneously on the measuring day. The recordings observed are a variety of conditions which may affect indoor air quality, such as the number of users, the ventilation system operation, the period of window being opened, and other factors. The results showed that the concentrations of PM10, CO₂, TVOC were higher than the legal standard in particular spaces at certain times of day. From the analysis, it appears that the most relevant factors affecting indoor air quality was the operation status and the filter maintenance level of ventilation system. Therefore, this study suggests that managers should operate the ventilation system continuously and change the filter periodically, and that related regulations for keeping healthy indoor air in apartment complex fitness centers should be established.

Keywords: Indoor air quality, Apartment housing complexes' fitness centers, Indoor air measurement

I. 연구의 목적 및 필요성

최근 건강과 웰빙에 대한 관심이 증대되면서 건강관리를 할 수 있는 환경 및 시설에 대한 요구도 증가하고 있다. 그런데 건강에 대한 관심증대와는 반대로 실외공기환경은 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)가 매년 증가하여 야외에서의 활동이 어려워지고 있다. 금강일보 기사("초미세먼지로 한해 1만2000명 조기사망", 2018)에

따르면, 서울대 예방의학과 홍윤철 교수팀의 연구결과, 2015년 한해 연평균 24.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 농도의 초미세먼지에 노출되어 11,924명이 조기사망했을 것이라는 추산이 나왔다. 미세먼지로 인해 조기사망에 이르게 한 질병은 뇌졸중 등 뇌혈관질환이 절반에 가까운 5646명(47.3%)으로 가장 많았고, 심장질환 3303명(27.7%), 폐암 2338명(19.6%), 만성폐쇄성폐질환(COPD) 637명(5.3%) 순이었다. 뉴시스 기사("UN '대기오염은 인권문제'...매시간

이 논문은 (사)한국생활과학회 2019동계학술대회 발표내용을 수정보완한 것임.

* Corresponding author: Choi, Yoon Jung

Tel: +82-43-261-2714, Fax: +82-43-276-7166

E-mail: ychoi@cbnu.ac.kr

© 2021, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

800명 죽어가”, 2019)에 따르면, 국제연합(UN)은 유엔인권이사회에 제출한 보고서에서, 대기오염은 조용하고 가끔은 눈에 보이지도 않는 엄청난 살인자라고 표현하였고, 미세먼지 등 오염된 공기를 직접 들이마서 발생한 호흡기, 심장 질환으로 매해 어린이 60만명을 포함한 700만명이 사망하고 있다고 밝혔다. 따라서, 대기 미세먼지로부터 보호받을 수 있는 실내 건강관련 시설이 필요하다.

건강에 대한 관심이 따라 체육시설의 수도 증가하고 있어, 문화체육관광부(2018)에 따르면 2010년 기준의 등록 및 신고 되어있는 체육시설은 55,648개소였는데, 2012년도에는 56,422개소, 2014년에는 56,629개소, 2016년에는 58,321개소, 2017년에는 총 58,884개소에 이른다. 아파트단지의 운동시설에 관하여, 강현숙(2017)에 의하면 공동주택의 주거만족도와 구매의사에 유의한 영향을 미치는 시설로 주민공동시설 중 휴게시설, 건강·운동시설이 확인되었다. 유수명(2014)은 주민공동시설에 대해 수요자인 입주주민의 의견을 더 고려한다면, 주민휴게시설보다 주민운동시설이 더 중요하게 계획되어야 한다고 하였는데, 주민운동시설이 입주주민들에게 매우 중요한 공간이라는 것이다. 이는 주민운동시설이 거주지에 위치할수록 건강관리에 편리하므로 요구도가 높으며, 따라서 아파트단지에 실내 피트니스센터가 증가할 것으로 생각된다. 그런데, 이관덕(2012)은 ‘피트니스센터 실내공기에 대해, 적정환기량의 확보가 어렵고 환기부족으로 인해 이용자들은 각종 유해물질에 노출되어 건강을 위협 당하고 있다. 특히 불특정 다수가 이용하는 다중이용시설이나 공중이용시설은 실내공기가 쾌적하지 못하면 많은 이용자들이 실내오염물질에 노출되게 된다. 그 중 실내 피트니스시설은 다수의 이용자들이 체력증진을 위해 이용하는 시설이기 때문에 다른 시설보다 건강한 실내공기환경 관리는 필수적이다’라고 하였다. 따라서, 아파트단지 실내 피트니스센터의 실내공기 실태가 어떠한지 파악할 필요가 있다.

그러나, 실내 피트니스시설의 실내공기질과 관련된 선행연구는 김유미, 이한경(2003), 이관덕(2012), 임교열, 정유근(2008) 등이 있지만 이 연구들은 아파트단지 내 주민운동시설이 아닌 상업시설 또는 공공체육시설을 대상으로 하여, 아파트단지 피트니스시설의 실내공기질에 대한 연구는 전무하다.

이에, 본 연구는 아파트단지 피트니스센터를 대상으로 실내공기질 측정 및 관찰조사와 단지관리자 면접을 통하여 실내공기질 실태 및 관련요인을 분석함으로써, 아파

트단지 피트니스센터의 건강한 실내공기환경 조성을 위한 개선방안을 제안하는 것을 목적으로 하였다.

II. 이론적 배경

1. 아파트단지 피트니스센터의 시설 및 실내공기질 관련규정

1) 시설관련규정

아파트단지의 피트니스센터는 「주택법」(2018. 12. 18, 일부개정) 제2조의 제14호에서 주택단지 입주자 등의 생활복리를 위한 공동시설을 의미하는 “복리시설”의 하나인 ‘주민운동시설’로 분류될 수 있다.

주민운동시설의 시설기준 관련 규정을 살펴보면, 「주택건설기준 등에 관한 규정」(2018. 12. 31, 일부개정) 제2조, 제55조의2에 의하면, 주민운동시설은 500세대 이상의 주택을 건설하는 주택단지에 설치해야 하는 시설에 포함되어 있으나, “해당 주택단지의 특성, 인근지역의 시설설치 현황 등을 고려할 때 사업계획승인권자가 설치할 필요가 없다고 인정하는 시설은 설치하지 아니할 수 있다”는 단서조항에 의해 의무설치 시설은 아닌 것으로 해석된다. 주민공동시설의 설치기준 중 주민운동시설에 대해서는 “시설물은 안전사고를 방지할 수 있도록 설치할 것”과 “「체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행령」 별표 1(체육시설의 종류)에서 정한 체육시설을 설치하는 경우 해당 종목별 경기규칙의 시설기준에 적합하도록” 이라고만 규정하고 있다.

2) 실내공기질 관련규정

아파트단지의 피트니스센터는 공동주택의 복리시설이므로 공동주택관리법의 적용대상이며, 다중이용시설이 아니므로, 「실내공기질 관리법」(2018. 4. 17, 일부개정) 제3조 적용대상에 해당되지 않는다. 그러나, 이 법의 적용대상 중 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행령」에 따른 체육시설 중 실내체육시설이 포함되어 있으므로, 본 연구의 대상도 실내체육시설과 유사한 시설로 보아, 「실내공기질 관리법 시행규칙」(2019. 2. 13, 타법개정) 별표2와 별표3 실내공기질 유지기준, 권고기준(<표 1>에 일부발취)을 본 연구의 측정결과의 평가기준으로 적용하였다.

그런데, 실내체육시설은 PM10 항목만 기준이 있고, 기준치는 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 규정되어 있으나, 아파트단지 주민 누구나 사용하는 시설이고 특히나 건강을 위한 공간이므로 PM10 항목 뿐 아니라 주요 실내공기오염물질의 기준치 이하 유지가 매우 중요하다고 보아, ‘의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집 등의 “나” 시설군’의 유지관리기준을 적용하여 평가하고자 한다.

또한, 비교에 따르면, 실내 체육시설에 실내 미세먼지의 양이 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 근접하여 기준을 초과할 우려가 있는 경우에는 실내공기질의 유지를 위하여 다음 각 목의 실내공기정화시설(덕트) 및 설비를 교체 또는 청소하여야 한다.

2. 선행연구고찰

본 연구는 아파트단지 피트니스센터의 실내공기질 측정조사를 목적으로 하므로, ‘휘트니스센터’, ‘피트니스센터’, ‘헬스장’, ‘실내체육시설’, ‘실내공기질 측정조사’ 등의 키워드로 2019년 3월까지 검색하여 선행연구를 고찰

하였다. 검색결과 아파트단지 피트니스센터의 실내공기질을 측정한 선행연구는 전무하였고, 상업시설 또는 공공체육시설을 대상으로 한 연구가 3편 있었다.

현행 「실내공기질 관리법」 시행 전 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 시행시기에 수행한 연구인 김유미, 이한경(2003)은 서울경기지역 실내스포츠센터 7개소의 PM10, 온도, 습도, 소음 측정결과 대체적으로 스포츠센터의 미세먼지 농도가 기준치에 비해 높은 것으로 나타난 바 스포츠 센터도 각종 오염물질로 인한 인체피해를 최소화하기 위한 예방대책으로 실내오염물질에 관한 기준치 설정이 이루어져야한다고 하였다.

충주국민체육센터를 대상으로 연구한 임교열, 정유근(2008)과 서울경기지역 상업 피트니스센터를 대상으로 연구한 이관덕(2012)은 설문조사와 현장측정을 병행하였는데, 설문조사결과는 대체로 실내공기질에 만족하는 것으로 나타났으나, 현장측정결과 일부공간에서 CO₂, HCHO, TVOC가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다. CO₂의 경우 이용자 수가 많은 저녁시간대, 이용자가 많이 이용하고 있는 남측창의 런닝머신 주변, 환기가 되지

〈표 1〉 실내공기질 유지권고 기준 (일부발체)

오염물질항목	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	HCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
다중이용시설					
가. 지하역사, 지하도상가, 철도역사의 대합실, 여객자동차터미널의 대합실, 항만시설 중 대합실, 공항시설 중 여객터미널, 도서관·박물관 및 미술관, 대규모 점포, 장례식장, 영화상영관, 학원, 전시시설, 인터넷컴퓨터게임시설제공업의 영업시설, 목욕장업의 영업시설	150 이하	1,000 이하	10 이하	100 이하	500 이하
나. 의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집	100 이하		25 이하		400 이하
다. 실내주차장	200 이하		-		1,000 이하
라. 실내체육시설 , 실내공연장, 업무시설, 둘 이상의 용도에 사용되는 건축물	200 이하	-	-	-	-

비고

1. 도서관, 영화상영관, 학원, 인터넷컴퓨터게임시설제공업 영업시설 중 자연환기가 불가능하여 자연환기설비 또는 기계환기설비를 이용하는 경우에는 이산화탄소의 기준을 1,500ppm 이하로 한다.
2. **실내체육시설**, 실내공연장, 업무시설 또는 둘 이상의 용도에 사용되는 건축물로서 실내 미세먼지의 양이 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 근접하여 기준을 초과할 우려가 있는 경우에는 실내공기질의 유지를 위하여 다음 각 목의 실내공기정화시설(덕트) 및 설비를 교체 또는 청소하여야 한다.
 - 가. 공기정화기와 이에 연결된 급·배기관(급·배기구를 포함한다)
 - 나. 중앙집중식 냉·난방시설의 급·배기구
 - 다. 실내공기의 단순배기관
 - 라. 화장실용 배기관
 - 마. 조리용 배기관

출처 : 「실내공기질 관리법 시행규칙」(2019. 2. 13. 타법개정) 별표2 별표3

않는 탈의실에서 기준치를 초과한 것으로 나타났다. 따라서 이용자나 관리자의 지각에 의해 실내공기질을 관리하는 것은 무리가 있고 공기정화시스템 도입이 필요하다고 하였다.

선행연구 고찰결과, 아파트단지 피트니스시설의 실내 공기질에 대한 연구는 전무한 상태이며, 상업시설 또는 공공체육시설을 대상으로 한 위의 연구들에서 미세먼지와 CO₂ 농도가 기준치에 비해 높은 결과가 있었고, 설문결과와 측정결과의 불일치에 따라 공기정화시스템 도입이 필요하다고 하였다.

Ⅲ. 연구방법

1. 조사대상

조사대상 선정을 위해, 2019년 1월에 아파트단지 피트니스센터 4곳을 사전방문하여 관리자를 대상으로 연구 협조 의사 타진을 포함한 인터뷰를 통해 환기방식, 냉난방방식, 전반적 시설상태 등을 확인하여 조사대상으로 적합여부와 조사내용 및 방법을 구체화하였다.

조사대상선정은 피트니스센터의 시설수준이 편중되지 않도록 시설수준을 감안하고 협조 의사만을 고려하여, 현

재 운영 중인 피트니스센터 4군데를 조사대상으로 선정하였다.

조사대상은 <표 2>와 같이 선정되었다. A피트니스센터는 서울 광진구에 위치한 주상복합아파트 내의 시설이고, B피트니스센터는 경기도 광명시에 위치한 주상복합아파트 내의 시설, C피트니스센터는 충남 천안시에 위치한 일반아파트 내 시설, D피트니스센터는 충북 청주시에 위치한 일반아파트 내 시설이다. 면접은 조사대상 아파트단지 관리자를 대상으로 하였다.

2. 조사내용 및 방법

2019년 1월 사전방문으로 조사대상을 선정한 후, 본 조사는 2019년 2~3월, 조사대상 피트니스센터를 센터별 1일 방문하여 단지관리자를 대상으로 면접조사하고, 피트니스센터의 실내공기질을 현장측정하며 관련요인을 관찰기록 하는 현장조사를 하였다(<표 3>).

1) 현장측정내용 및 방법

현장측정은 측정대상별로 1일, 단지주민들의 피트니스센터 이용시간대인 정오~저녁8시의 8시간동안 이용 중인 상태에서 측정하였다. 측정일에는 측정기기를 안정화시키

<표 2> 조사대상

항목	A	B	C	D
조사대상 단지	서울시 광진구 주상복합아파트	경기도 광명시 주상복합아파트	충남 천안시 일반아파트	충북 청주시 일반아파트
본조사일	2019년 2월 21일	2019년 2월 28일	2019년 2월 26일	2019년 2월 25일
면접대상	방재과장: 남, 40대	과장: 남, 50대	과장: 남, 50대	담당관리자: 남, 50대

<표 3> 조사내용 및 방법의 개요

조사방법	사전방문	현장조사	
		현장측정 및 관찰조사	면접조사
조사시기	2019년 1월	2019년 2월 ~ 2019년 3월 센터별 1일	
조사내용	• 환기방식, 냉난방 방식 등 전반적 시설상태	• 현장측정: PM10, CO ₂ , CO, HCHO, TVOC • 관찰조사: 측정대상 건물의 특성, 실내공기질과 관련된 공간요인 및 이용자 생활요인	• 단지 및 건물 특성 • 물리적특성 및 관리현황
조사도구	• 사전조사표	• 현장측정기록표 • 휴대폰카메라	• 면접조사표

기 위해 측정시작 1시간 전에 도착하여 기기를 작동시켰다.

측정시간동안에는 실내공기환경에 영향을 미치는 이용자 생활행위, 실내공기환경 조절내용에 대해 관찰기록하였다. 측정위치는 센터 내 대표적으로 사용되는 운동공간의 중앙에서 바닥면으로부터 1m 높이에서 측정하였다. 측정항목별 측정기와 측정간격은 <표 4>에서 보는 바와 같으며, 포름알데히드는 측정기가 30분간 포집 후 측정치를 표시하는 측정기의 특성상 30분 간격으로 하였다.

배경항목으로 날씨, 외부의 기온, 상대습도, PM10은 기상청(2019)과 에어코리아(2019) 자료를 이용하였으며, 외부 CO₂, CO는 현장측정 전·후 각 1회씩 피트니스센터의 건물 밖에서 측정하였다.

실내공기질 영향요인을 분석하였다.

<표 5> 면접조사 내용

항목	내용
단지개요	입주시기, 위치, 세대수
건물개요	건물유형, 창호유형, 공간구성
마감재 및 리모델링 특성	리모델링 여부, 가구 및 마감재 교체 여부, 마감재 종류
설비종류 및 사용특성	공기조화설비, 냉난방설비의 종류 및 가동 및 관리방식
평소의 실내공기질 관리실태	창호개방, 화학물질 함유 생활용품 (화장품, 탈취제, 섬유유연제 등) 사용, 먼지 발생행위, 청소방법 및 횟수

<표 4> 측정항목별 측정기기 및 측정간격

측정항목	측정기기	측정간격
미세먼지	KANOMAX-Model3442	15분 간격으로 자동기록
CO ₂ , CO, TVOC, 온·습도	DirectSense IAQ LAP IQ-610Xtra Monitoring Kits	
HCHO	Fomaldhyde Multimode Monitor FM-801	30분 간격으로 측정기록

2) 면접조사내용

조사대상의 단지특성 중 위치, 지역구분, 주변환경, 건물평면도 등은 인터넷 검색으로 파악한 후 면접조사표를 작성하여, 현장측정일에 아파트 관리자와 면접조사 하였다. 면접조사의 내용은 단지개요, 건물개요, 마감재 및 리모델링 여부, 설비종류 및 사용특성, 평소의 실내공기질 관리실태 등 <표 5>와 같다.

3. 분석방법

사전조사 및 면접조사 자료는 각 측정대상별로 조사대상의 특성을 표로 작성하여 측정결과와 원인 및 피트니스센터 간 차이를 분석하기 위한 자료로 이용하였다. 현장측정 자료는 측정대상의 측정치와 관련요인을 표로 작성하여 기준치와 비교하고, 시간변동 그래프를 작성하여 원인 분석 및 측정대상 간 비교를 하여 피트니스센터의

IV. 조사결과 및 해석

1. 조사대상의 특성

조사대상의 물리적 특성 및 관리현황에 대한 조사결과 는 <표 6>과 같다. A피트니스센터는 입주 12년된 1177 세대의 주상복합아파트 한개동 1층 일부에 위치하며, B 피트니스센터는 입주 2년된 640세대의 주상복합아파트 한개동 1층 일부에, C피트니스센터는 입주 12년된 1647 세대의 아파트 한개동 지하 1층에, D피트니스센터는 입주 6년된 788세대의 아파트 한개동 1층 일부에 위치하고 있었다.

피트니스센터의 공간구성은 조사대상 모두 단일공간에 헬스장과 GX룸으로 구역을 구분하는 형태였으며, 창호는 모두 개폐가능한 페어글라스 단창이었다. 실내공기질 관련 마감재 특성으로, 입주이후 리모델링이나 가구교체는 하지 않았으며, 천장은 석고보드, 벽은 석고보드 또는 시멘트에 페인트마감, 바닥은 목재가 많았다.

설비특성으로, 4곳 모두 환기기능이 포함된 공기조화 설비가 설치되어 있었는데, 급배기구는 천장에 있었으며, 가동방식 및 시간, 필터교체 실태는 차이가 있었다. A피트니스센터는 공기조화설비를 타이머로 하루 3회 가동하며, 비용문제로 필터교체를 하지 않고 2년마다 청소만 한다고 하였는데, 공기청정기를 추가로 가동하고 있었다. B피트니스센터는 중앙제어인데, 입주민 이용률에 따라 직원이 운영하며, 필터는 자율적으로 정한 주기에 따라

<표 6> 측정대상의 물리적특성 및 관리현황

항목		A단지	B단지	C단지	D단지	
단지 특성	입주시기	2007	2017	2007	2013	
	세대수	1177세대	640세대	1647세대	788세대	
공간 특성	단지내 위치	주상복합아파트 A동 1층 일부	주상복합아파트 A동 1층의 일부	아파트 108동 지하 1층	아파트 208동 1층 일부	
	내부모습					
						
						
	공간구성	단일공간에 헬스장, GX룸 구역구분				
창호유형	페어글라스 단창. 개폐가능					
마감재 특성	리모델링 여부	하지않음				
	가구교체 여부	하지않음				
	실내 마감재	천장	석고보드, 노출천장 페인트마감	테크	석고보드	석고보드
		벽	석고보드, 우드	시멘트, 페인트마감	시멘트, 페인트마감	석고보드, 우드, 페인트마감
바닥		우드플로링	강마루	목재마루, 웨이트구역 : 에버롤	에버롤	
설비 특성	설치위치	천장에 급배기구				
	가동방식 및 시간	타이머로 하루 3회, 센서를 사용	중앙제어 입주인 이용률에 따른 직원 자율운영	관리자 작동. 오전 6-12시, 오후 5-10시 중에 일 6시간	이용자가 직접가동 - 비가동상태인 경우가 많음	
	필터교체	교체안함, 2년마다 청소함. 비용문제로 필터 교체 어려움	계절에 따라 편차. 자율적으로 정한 주기에 따라 교체. 미세먼지와 황사로 인한 비용발생	1년에 1번. 2019년 03월 교체. 천장에 있다보니 필터교체 작업이 난해함	교체안함	
	기타	공기청정기 가동	-	-	-	
	설치위치	옥상 4,2,1웨이	천장			
냉 난방 설비	가동방식	중앙제어, 온도조절 세팅을 하고 각 공간마다 따로 조절	공기조화설비와 일체형	공기조화설비와 일체형	시스템에어컨. 중앙제어는 하지 않으며 셀프로 온도설정	
	가동기간	입주시부터 연속가동			날씨가 매우 덥거나 추울 때 가동	
	문제점	청소나 점검이 어렵고, 벽에 붙어 있어서 누수가 됨			없음 에어컨 필터는 연4회 청소	

(표 6) 측정대상의 물리적특성 및 관리현황(계속)

항목		A단지	B단지	C단지	D단지
평소 실내공 기질	창호개방	입주민 이용률에 따른 직원자율운영	오전 6시 1시간, 오후 2시반 1시간	지하라 창문개방 안함	입주민 이용률에 따른 직원자율운영
	화학물질함유 생활용품 사용	방향제나 향기나는 제품은 사용안함	유리세정제를 제외하고 사용안함	사용안함	사용안함
	먼지 발생행위	외부업체가 수리시 자재를 나를 때	없음	없음	사람이나 옷에서, 런닝머신 주변에서
관리 실태	청소방법 및 횟수	<ul style="list-style-type: none"> 미화팀이 매일 기구나 손잡이 등 대부분을 자주 닦고 사용했던 기구들도 거의 바로바로 걸레로 닦고 있음. 소독은 따로 안함 	<ul style="list-style-type: none"> ·월요일에 청소업체 대청소 ·평상시에는 트레이너가 오전 6-7시, 화,목오후 5-6시 청소 	·매일 1번 청소	<ul style="list-style-type: none"> ·담당 관리자가 매일 오후3-4시에 청소하고, 손걸레로 가끔 기구를 닦으며 물걸레로 런닝머신바닥을 청소함. ·손잡이는 열소독을 하고, 기구소독은 연4회.

교체하는데, 미세먼지와 황사로 인해 교체를 자주하게 되어 비용이 발생하는 것이 곤란한 점이라고 하였다. C 피트니스센터는 관리자가 작동하는데 오전과 저녁시간대에 하루 총 6시간 가동하며, 필터는 1년에 한번 교체한다고 하였다. D피트니스센터는 이용자가 직접가동하게 하고 있어 비가동 상태인 경우가 많다고 하였으며, 필터 교체를 하지 않는다고 하였다.

4곳 모두 환기기능이 포함된 공기조화설비가 설치되어 있어 피트니스센터의 실내공기질을 위해 바람직하였으나, D단지는 가동조차 거의 하지 않는다고 하였고, 2곳은 비용문제로 전혀 필터를 교체하지 않는다고 하였는데 특히 A단지는 고급아파트로 알려진 곳이어서 의외의 상황이었다.

평소 실내공기질 관련 관리실태로서, 창호개방은 A피트니스센터와 D피트니스센터는 입주민 이용률에 따른 직원자율운영, B피트니스센터는 하루 두 번 총 2시간 개방, C피트니스센터는 지하라 창호개방은 하지 못하는 것으로 나타났다. 4곳 모두 화학물질이 함유된 생활용품은 거의 사용 안한다고 하였고, 먼지발생행위는 특별히 없는 것으로 응답하였다. 청소방법은 4곳 모두 주기적으로 하고 있다고 응답하였으나, A피트니스센터와 B피트니스센터는 미화팀 또는 청소업체에서 청소하고 있으며, C피트니스센터와 D피트니스센터도 매일 청소하고 있다고 하였다.

2. 실내공기질 측정결과 및 분석

현장측정결과 및 관련요인 조사결과를 요약하면 <표

7>과 같고, 시간변동그래프는 [그림 1], [그림 2]와 같으며, 측정요소별로 분석기술한다.

1) 미세먼지

미세먼지농도 측정결과 <표 7>에서 보는 바와 같이, 각 측정대상별로 A피트니스센터는 41~74(평균 52) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, B피트니스센터는 34~48(평균 40) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, C피트니스센터는 10~22(평균 12) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, D피트니스센터는 46~130(평균 81) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 「실내공기질 관리법」의 실내체육시설의 미세먼지 유지기준치 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 보았을 때는 네 군데 피트니스센터의 측정치가 모두 기준을 만족하는 결과를 나타내었는데, 「실내공기질 관리법」의 나 시설군(의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집)의 유지기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 적용하면 D피트니스시설의 일부시간대가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

[그림 1]에서 시간변동특성을 살펴보면, A, B, C 피트니스센터는 농도의 변화가 거의 없었고, 측정일의 관련 요인 기록을 분석해보면 이용자의 움직임과 출입문 개방 횟수가 약간의 농도변화에 영향을 주는 것으로 보인다. 그러나 D피트니스센터의 경우 측정시작시간(정오)부터 2시간정도는 일정하게 유지되다가 오후 2시부터 농도가 급격히 상승했다가 시간이 지남에 따라 서서히 낮아지는 모습을 볼 수 있었다. 그 이유는 2시부터 환기시스템을 가동하면서 배관에 가라앉아있던 미세먼지가 취출되어 미세먼지농도가 상승하다가 그 미세먼지가 배기된 이후 서서히 감소된 것으로 보인다.

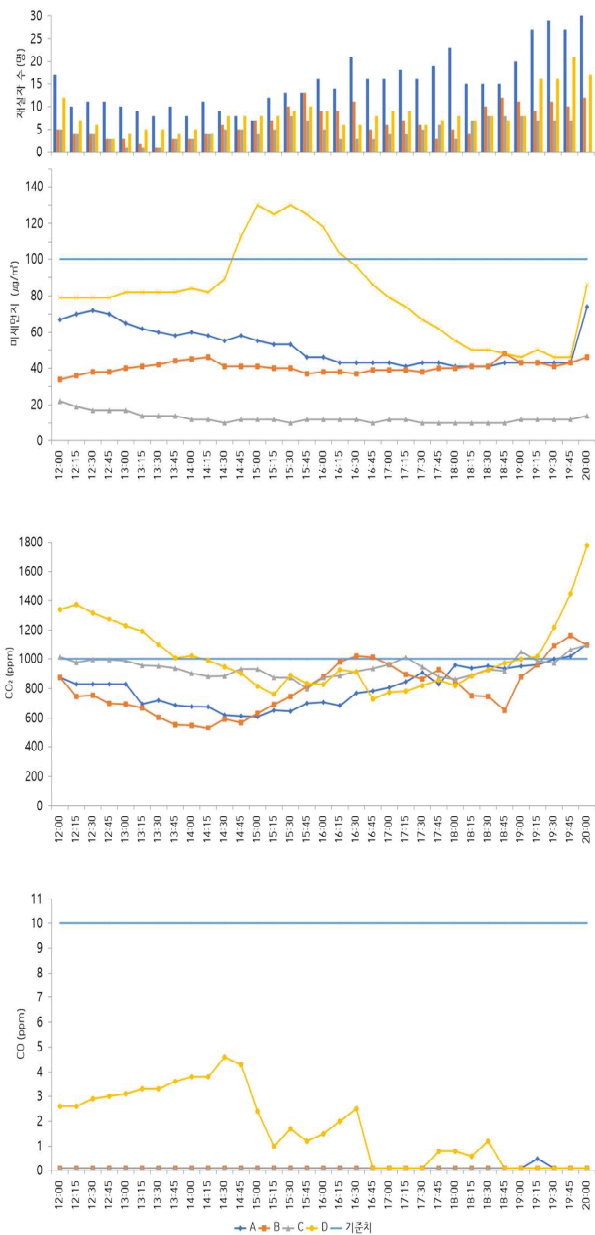
미세먼지 특히 초미세먼지는 인간이 호흡할 때 흡입되

어 폐 깊숙이 유입될 수 있으며, 호흡기계통의 질환을 가진 사람이 숨을 쉴 때 폐로 유입되는 경우, 건강에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 오염물질로서의 미세입자를 유의해야 하는 또 하나의 이유는, 미세입자에 중금속이 농축되어 있을 수 있기 때문이다. 미세먼지가 인체에 미치는 영향은 미세먼지의 구성성분에 따라 달라질 수도 있지만, 입자의 크기가 작아지면 작아질수록 유해가스나 중금속을 쉽게 흡착하여 인체에 전달하는 매개체가 되기도 한다. 미세먼지가 일으키는 병은 단순한 기침에서부터 천식은 물론 규폐증 같은 중병을 일으키기도 한다(윤정숙 외, 2014). 따라서 피트니스센터의 미세먼지 관리는 매우 중요하다.

앞서 설비특성 조사결과, 4곳 모두 환기기능이 포함된 공기조화설비가 설치되어있었으나, A와 D피트니스센터 2곳은 필터를 전혀 교체하지 않는다고 하였고, D피트니스센터는 거의 가동하지 않는다고 하였다. 측정일의 대기 미세먼지농도는, B와 D피트니스센터 측정일이 높았고, 그다음은 A피트니스센터 측정일이고, C피트니스센터 측정일이 가장 낮았다.

실내 미세먼지 측정결과를 측정대상간 비교하면, 측정일의 대기 미세먼지농도가 높고, 환기시스템을 거의 가동하지 않고 필터교체도 하지 않는 D피트니스센터의 미세먼지 농도가 가장 높게 나타났다. 그다음으로는 환기시스템을 간헐적 가동하고 공기청정기도 가동하고 있으나 필터교체를 하지 않으며, 이용자수와 출입문개폐 횟수가 가장 많았던 A피트니스센터가 높게 나타났다. 필터교체를 하고 있는 B, C피트니스센터가 낮은 농도로 나타났는데, 특히 B피트니스센터는 대기 미세먼지가 높았는데도 실내 미세먼지농도가 낮게 나타났으므로, 공기조화설비 또는 환기시스템의 가동과 필터교체가 매우 중요한 것으로 보인다. 미세먼지농도가 가장 낮게 나타난 C 피트니스센터는 1년에 1회 필터교체를 하고 있고 측정일의 대기 미세먼지농도가 가장 낮았고 이용자수도 가장 적었던 것과 유관하다고 판단된다.

따라서, 피트니스센터 미세먼지농도의 영향요인은 이용자의 움직임과 출입문 개방횟수, 환기시스템의 가동방식 및 필터교체 등의 관리실태, 외부 미세먼지농도 등으로 파악된다. 이에, 입주자 개개인 또는 입주자대표, 관리자가 공기조화설비의 원리와 필터교체의 중요성을 인식하도록 교육이나 홍보, 나아가 제도화할 필요가 있다고 생각된다.



[그림 1] 미세먼지, CO₂, CO 측정결과

2) CO₂

CO₂농도 측정결과 <표 7>에서 보는 바와 같이, 각 측정대상별로 A피트니스센터는 610~1104(평균 807) ppm, B피트니스센터는 534~1162(평균 809) ppm, C피트니스센터는 798~1097(평균 941)ppm, D피트니스센터는 729~1780(평균 1020)ppm으로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 일부시간대에, D피트니스센터는 평균이 ‘나 시설군’ 실내공기질 유지기준치(1000 ppm)를 초과하

는 것으로 나타나, 측정요소 중 가장 기준치에 불만족한 시간이 많았다.

[그림 1]에서 변동특성을 살펴보면, 다른 측정요소에 비해 잦은 농도변동이 있었지만, 대체적으로 측정시작시간(정오)에는 밤사이 환기시스템이 정지된 상태에서 밀폐되어 있어서인지 기준치를 초과하였다가, 환기시스템이 가동되면서 농도가 저하되었다가, 이후 이용자 수가 증가하면서 농도가 다시 상승하는 것으로 보이므로, 환기시스템 가동과 이용자 수가 영향요인으로 판단된다.

가장 농도가 높게 나타난 D피트니스센터는 이용자가 두 번째로 많아 이용자 수가 CO₂농도의 영향요인인 것으로 보이며, 미세먼지 농도가 높았던 원인과 마찬가지로 환기시스템을 거의 가동하지 않고 필터도 교체하지 않은 것이 영향요인으로 판단된다. D피트니스센터는 측정종료시각인 저녁 8시에 1800ppm 가까이 상승하였는

데, 저녁 6시반 이후 이용자가 급격히 증가하면서 이산화탄소농도도 상승하였으므로, 더 늦은시간까지 이용자가 있었다면 2000ppm 이상의 불량한 실내공기질 상태가 될 수도 있었을 것으로 예측된다.

이산화탄소는 인체 호흡 시 또는 연소기구에서 발생하는데 무색, 무미, 무취의 가스로서 자체의 독성은 없다. 일반적인 상태의 공간에서 이산화탄소 자체로 인해 건강장해를 받는 경우는 별로 없다. 그러나 실제로 실내에 이산화탄소 농도가 높아진다는 것은 재실자의 생활에서 각종 공기오염 물질들이 발생했을 가능성이 높으므로 실내공기오염을 대표하는 요소로 취급된다. 실내공기 중 이산화탄소의 농도가 높아지면 폐포 및 혈액 중 이산화탄소의 농도도 증가된다. 이렇게 되면 호흡중추를 자극하여 호흡수가 빨라지며 심호흡을 하게 된다. 이산화탄소는 매우 고농도가 아닌 이상 인체에 큰 영향을 주지 않는 것으로 알려져 왔으나, 실내공기

〈표 7〉 현장측정결과 요약

■ 기준치* 불만족

항목	조사대상 측정항목	A			B			C			D		
		평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대
내부	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	52	41	74	40	34	48	12	10	22	81	46	130
	CO ₂ (ppm)	807	610	1104	809	534	1162	941	798	1097	1020	729	1780
	CO(ppm)	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.7	0.1	4.6
	HCHO($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	12	18	12	12	12	12	12	12	12	12	15
	TVOC($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	107	87	162	362	353	366	0	0	0	145	0	410
	실내온도	23.1	22.1	23.8	22.3	20.8	24	17.3	17	17.7	17.2	16.4	18.4
	상대습도	24.5	21.8	28.8	27.2	24.2	34.3	31.7	28	34.2	37.6	31.5	46.6
외부**	날씨	흐림(박무)			흐림(박무)			구름조금			흐림(연무, 박무)		
	기온($^{\circ}\text{C}$)	6.1	2.7	8.4	10	6.5	12.4	10	6.5	12.2	8.7	5.2	11.1
	상대습도(%)	49.4	41	63	37.3	29	46	30.8	23	48	37.2	25	55
	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	73	60	87	98	61	131	50	37	65	98	68	132
	CO ₂ (ppm)	367		498	394		402	403		567	383		415
	CO(ppm)	1.4		1.3	0.7		0.5	0.5		0.6	0.7		0.8
측정 일의 관련 요인	출입문개폐	255회			90회			71회			83회		
	환기시스템	간헐적가동 공기청정기 가동			간헐적가동			간헐적가동			간헐적가동		
	필터교체	교체안함, 2년마다 청소			주기적 교체			1년에 1번 교체			교체안함		
	생활행위	운동 및 청소			운동 및 청소			운동 및 청소			운동 및 청소		
	이용자 수	7-30명			1-13명			1-8명			3-21명		

*실내공기질 관리법 “나” 시설군 기준치

: 미세먼지 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, CO₂ 1000ppm 이하, CO 10ppm 이하, HCHO $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하, TVOC $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

**외부 날씨, 기온, 상대습도, PM10은 기상청 및 에어코리아 자료이며, 측정당일 11~19시동안의 시간대별 측정값이다. CO₂, CO는 현장측정 전-후 각 1회씩 피트니스센터의 외부에서 측정하였다.

의 이산화탄소 농도증가와 인체 혈액의 활성산소 증가가 관련이 있다는 실험결과가 발표되었다(윤정숙 외, 2014). 따라서 피트니스센터의 이산화탄소 관리는 매우 필요한 것으로, 모든 피트니스센터에서 기준 초과시간대가 있었고 미세먼지와 마찬가지로 환기시스템 가동 및 필터교체 여부, 이용자수가 영향요인이므로, 환기시스템의 가동 및 필터관리가 중요하고, 신선공기도입량을 이용자수에 맞도록 조절해야하며, 관리자를 대상으로 이에 대한 교육이 필요하다고 생각된다.

3) CO

CO농도 측정결과 <표 7>에서 보는 바와 같이, 각 측정대상별로 A피트니스센터는 0.1~0.5(평균 0.1)ppm, B 피트니스센터는 0.1~0.1(평균 0.1)ppm, C피트니스센터는 0.1~0.1(평균 0.1)ppm, D피트니스센터는 0.1~4.6(평균 1.7)ppm 로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 ‘나 시설군’ 실내공기질 유지기준치(10 ppm)를 만족하는 결과를 나타냈다.

[그림 1]에서 변동특성을 살펴보면, A, B, C 피트니스센터는 거의 검출되지 않는 정도의 농도로 시간변동도 거의 없었다. 그러나 D피트니스센터는 측정시작부터 농도가 서서히 오르더니 오후 2시반경부터는 급격히 낮아지는 모습을 보였다. 연소기구가 없는 피트니스센터의 일산화탄소 농도증가는 흡연 후 입실한 이용자, 외부에서의 유입 등 다양한 요인이 있을 수 있으나, 농도가 감소한 것은 환기시스템을 가동한 것이 큰 영향요인으로 판단된다.

일산화탄소는 인체에 유독한 가스이지만 무색, 무취이고 자극성이 없는 가스로 인간이 감지하지 못하는데, 실내공기에 5ppm만 존재해도 인체의 뇌의 반사작용에 변화를 일으킬 수 있다. 저농도라도 일산화탄소에 장기간 또는 반복 폭로 시에는 지 각이상, 시력장애, 보행실조 등 만성중독 증상이 나타나게 된다. 또한 일산화탄소는 심장에 부담을 주어 협심증이 있는 사람에게 특히 민감하게 작용한다. 심장근에 산소가 부족하게 되면 협심증을 일으켜 흉부에 통증을 느끼게 된다. 일산화탄소는 담배연기 중에는 0.5~1.5%가 함유되어 있으며, 일산화탄소는 가장 넓게 산재하는 오염물질의 하나로 특히 도로변에 입지하는 건물이나, 외기의 취입구 부근에 주차장이 있는 경우에는 외기오염의 영향으로 실내오염 농도도 높아진다(윤정숙 외, 2014).

따라서, D피트니스센터에서 측정된 최고치 4.6ppm은

반드시 관리가 필요한 상태라고 할 수 있다. 미세먼지나 이산화탄소와 마찬가지로 환기시스템 가동 및 필터교체가 필요하고, 관리자는 일산화탄소가 외부에서 유입되지 않도록 도로 또는 주차장 쪽 창문개방에 주의하고, 이용자에게 피트니스 입실 전 흡연을 자제 요청하는 협조안 내문을 부착하는 등 더욱 적극적인 실내공기질 측면의 관리업무가 요구된다.

4) HCHO

HCHO농도 측정결과 <표 7>에서 보는 바와 같이, 각 측정대상별로 A피트니스센터는 12~18(평균 13) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, B피트니스센터는 12~12(평균 12) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, C피트니스센터는 12~12(평균 12) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, D피트니스센터는 12~15(평균 12) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 ‘나 시설군’ 실내공기질 유지기준치($100\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 만족하는 결과를 나타냈다.

네 군데 모두 농도가 낮고, [그림 2]에서 변동특성을 살펴봐도 큰 변화가 없었는데, 입주 2년 이상 경과되었고 리모델링이나 새가구 도입 등의 요인이 없어 건축재료나 가구 등에 의한 방출 등 원인물질이 거의 없는 것으로 판단된다.

5) TVOC

TVOC농도 측정결과 <표 7>에서 보는 바와 같이, 각 측정대상별로 A피트니스센터는 87~162(평균 107) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, B피트니스센터는 353~366(평균 362) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, C피트니스센터는 0~0(평균 0) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, D피트니스센터는 0~410(평균 145) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 ‘나 시설군’ 실내공기질 권고기준치($400\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 만족하는 결과를 나타냈으나, D피트니스센터의 일부시간대(측정시작시간 15분 정도)가 기준치를 초과하였다.

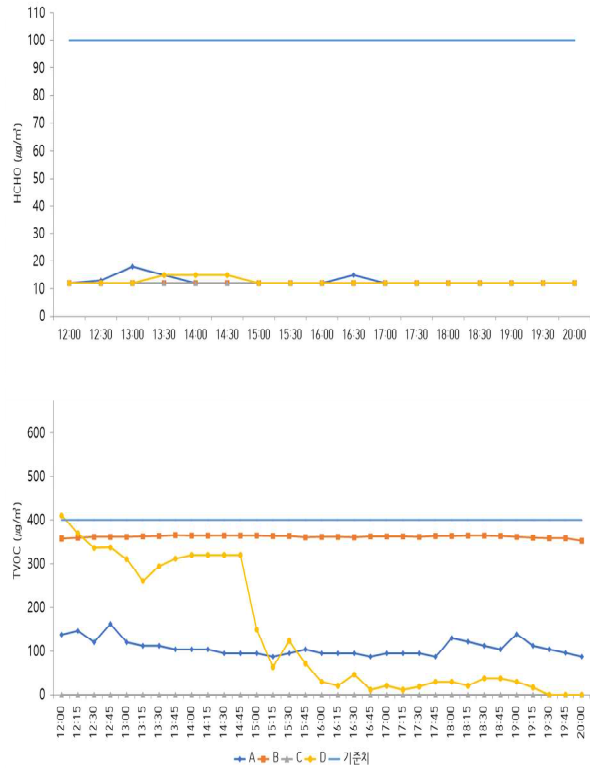
[그림 2]에서 변동특성을 살펴보면, A피트니스센터는 거의 일정하게 유지되었으나 농도가 약간씩 오르고 내리는 변동을 나타내었는데 이는 출입문개방 시점인 것으로 판단된다. B피트니스센터의 경우 필터교체 등 관리상태가 양호하여 다른 측정요소의 측정결과가 양호했던 것과는 반대로, TVOC농도는 거의 기준치 가까운 매우 일정한 농도로 측정대상 중 가장 높게 나타났다. HCHO농도는 낮았고 리모델링이나 새가구 도입 등의 요인이 없어, 유일하게 청소업체에 의한 청소를 주기적으로 하는 곳이므로 청소세제나 바닥을 닦는 기름걸레 등의 화학물질이

원인일 수 있을 것이며, 또는 피트니스센터 이용자가 사용한 합성화학물질이 원인일수도 있을 것이나, 너무나 일정한 농도로 다른 측정요소의 농도와 상반된 측정결과 이므로 기기오류도 생각해볼 수 있을 듯하다. C피트니스센터는 휘발성유기화합물이 검출되지 않았다. D피트니스센터는 다른 곳에 비해 약간 높은 농도로 유지되다가 오후 2시경부터 급격히 농도가 낮아지는 모습을 보였다. 그 이유는, 이용자가 사용한 화장품, 향수 등의 화학물질, 청소세제, 새 운동기구로부터 방출되는 화학물질 등 어떤 원인이었던 전날 밤 TVOC의 원인물질이 오전 중에 환기시스템을 가동하지 않았기 때문에 남아 있다가, 환기시스템을 가동한 시간부터 농도가 감소한 것으로 판단된다.

휘발성유기화합물은 현재 건축자재, 세탁용제, 페인트, 살충제 등 생활 속에서 다양하게 사용되고 있다. 휘발성유기화합물은 주로 호흡 및 피부를 통해 인체에 흡수되며 급성중독일 경우 호흡곤란, 무기력, 두통, 구토 등을 초래하며 만성중독일 경우 혈액장애, 빈혈 등을 일으킬 수 있다. 대부분의 휘발성유기화합물은 강력한 마취제로 중추신경계 억제작용을 나타내며, 눈과 호흡기계를 자극하고 피부, 심장에 과민반응을 일으키기도 하고, 고농도에서는 간과 신장에 손상을 입히기도 한다. 대표적인 물질로서 톨루엔, 벤젠, 자일렌 등이 가장 독성이 강한 방향족 화합물이다. $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하에서도 재실자가 불쾌감을 느끼고, $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서는 20%의 재실자가 자극을 느끼고 가벼운 두통 등의 증상을 호소한다(윤정숙 외, 2014).

따라서, B피트니스센터의 TVOC농도는 반드시 관리가 필요한 상태이므로, 기기오류인지, 그리고 원인파악을 위해 재측정이 필요한 상황이다. A와 D 피트니스센터의 상황은 TVOC농도 역시 환기 또는 환기시스템 가동이 중요하며, 이번 측정에서 TVOC농도의 원인이 파악되지는 않았으나, 이용자가 사용한 화학물질이나 청소세제, 화학물질을 방출하는 새 피트니스기구 등이 TVOC의 원인이 될 수 있으므로, 관리자에게 TVOC의 원인물질이 될 수 있는 제품 사용자재, 새 운동기구는 외부에서 TVOC를 휘발시킨 후 사용 등에 대한 교육이 필요하고, 이용자에게 피트니스센터 입실 전 화학합성향이 있는 제품사용을 자제 요청하는 협조안내문을 부착하는 “무향정책”을 시행하는 등 더욱 적극적인 실내공기질 측면의 관리업무가 요구된다. 캐나다나 미국의 대부분의 병원, 학교, 운동시설, 업무시설 등에서는 향수, 방향제 등의 사용을 엄격히 제한하는 무향정책을 시행중인데, 우리나라도 향민감성 환자, 알러지 환자의 수가 증가하

고 있으며, 건강을 관리하기 위한 공간에서 건강에 유해한 물질을 흡입하게 되지 않도록 무향정책의 시행이 필요하다고 생각된다.



[그림 2] HCHO, TVOC 측정결과

V. 결론 및 제언

본 연구는 아파트단지 피트니스센터를 대상으로 단지 관리자 면접과 실내공기질 측정 및 관찰조사와 단지관리자 면접을 통하여 실내공기질 실태 및 관련요인을 분석함으로써, 아파트단지 피트니스센터의 건강한 실내공기환경 조성을 위한 개선방안을 제안하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 2019년 2~3월에 아파트단지 피트니스센터 4곳을 사전방문조사 하여 조사대상 선정 후, 본조사로 실내공기요소(PM10, CO₂, CO, HCHO, TVOC)의 현장측정 및 관찰, 관리자 면접을 포함한 현장조사를 하였다.

측정 및 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 조사대상 피트니스센터의 설비특성으로, 4곳 모두

환기기능이 포함된 공기조화설비가 설치되어있었으나, 간헐적 가동 또는 거의 가동하지 않고 있었고, 비용문제로 2곳은 전혀 필터를 교체하지 않는다고 하였다. 창호개방은 직원자율운영, 청소는 두군데는 미화팀 또는 청소업체, 두군데는 담당자에 의해 매일 청소한다고 하였다.

2) 피트니스센터의 실내 미세먼지농도 측정결과 10~130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 「실내공기질 관리법」의 ‘실내체육시설’의 미세먼지 기준치 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에는 만족, ‘나 시설군(의료기관, 산후조리원, 노인요양시설, 어린이집)’의 기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에는 한 곳의 일부시간대가 기준치를 초과하는 것으로 나타났다. 시간변동 분석결과 이용자의 움직임과 출입문 개방횟수가 약간의 농도변화에 영향을 주는 것으로 보이며, 정지되어있던 환기시스템 가동시 미세먼지농도가 상승하다가 감소됨을 확인하였다. 측정대상간 비교결과, 환기시스템의 가동 및 필터교체 여부, 외부 미세먼지농도가 영향요인으로 판단된다.

3) CO₂농도 측정결과 534~1780ppm으로, 네 군데 모두 일부시간대에, 한군데는 평균이 기준치(1000 ppm)를 초과하는 것으로 나타났다. 네군데 모두 밤사이 환기시스템이 정지된 상태에서 밀폐되어 있어서인지 측정시작시간대의 농도가 기준치를 초과하였다가, 환기시스템이 가동되면서 농도가 저하되었다가, 이후 이용자 수가 증가하면서 농도가 다시 상승하였다. 측정대상간 비교결과 환기시스템의 가동 및 필터교체 여부, 이용자수가 영향요인으로 판단된다.

4) CO농도 측정결과 0.1~4.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 기준치(10 ppm)를 만족하는 결과를 나타냈다. 그러나 평균과 최대치가 가장 높게 나타난 피트니스에서는 측정시작부터 농도가 서서히 오르더니 오후에 급격히 낮아지는 모습을 보였는데, 연소기구가 없는 피트니스센터의 일산화탄소 농도증가는 흡연 후 입실한 이용자, 외부에서의 유입 등 다양한 요인이 있을 수 있으나, 농도가 감소한 것은 환기시스템을 가동한 것이 큰 영향요인으로 판단된다.

5) HCHO농도 측정결과는 12~18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 네 군데 피트니스센터 모두 농도변화 거의 없이 낮은 농도로 기준치(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 만족하는 결과로 나타나, 입주 2년 이상 경과되고 리모델링이나 새가구 도입 등 건축재료나 가구에 의한 방출 등 원인물질이 거의 없는 것으로 판단된다.

6) TVOC농도 측정결과 0~410 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 네 군데 피트니스센터 모두 대부분의 측정치가 기준치(400

$\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 만족하는 결과를 나타냈으나, TVOC농도의 변동이 크게 나타난 측정대상 한곳에서 일부 시간대에서 기준치를 초과하였으며, 환기시스템을 가동한 시간부터 농도가 감소한 것을 확인하였다. 시간변동 분석결과 농도변동의 영향요인은 출입문개방과 환기시스템 가동으로 판단된다.

이상에서, 아파트단지 피트니스센터의 실내공기질 측정결과, 일부 측정대상의 일부시간대의 미세먼지 농도, CO₂농도, TVOC농도가 ‘실내공기질 관리법 시행규칙의 나 시설군 유자권고기준치’를 초과하는 것으로 나타났다. 측정대상간 농도 및 관련요인 비교와 측정치의 시간변동 분석결과, 기준치를 초과한 항목이나 농도가 높게 나타난 피트니스센터의 영향요인, 시간변동의 영향요인은 미세먼지의 경우 이용자의 움직임과 출입문 개방횟수, 환기시스템의 가동방식 및 관리실태, 외부 미세먼지농도로 판단된다. CO₂농도의 경우는 이용자수와 환기시스템 가동여부 및 관리실태, CO농도의 경우 외부유입 가능성과 환기시스템 가동여부, TVOC농도의 경우 원인을 파악하지는 못했지만 화학물질의 존재여부, 출입문개방과 환기시스템 가동으로 판단된다.

연구결과에 따라 아파트단지 피트니스센터의 실내공기질 개선방안을 위해 다음과 같이 제안한다.

관리자 측면으로, 관리자는 피트니스센터 실내공기질 관리의 필요성과 공기조화설비의 원리, 필터교체의 중요성을 인식해야한다. 환기시스템을 지속적으로 가동하며 신선공기도입량을 이용자수에 맞도록 조절하고, 주기적으로 필터를 교체해야 한다. 공기오염물질의 유입가능성이 있는 도로 또는 주차장 쪽 창문개방에 주의하고, 먼지 제거를 위해 주기적 청소를 실시하되, 청소세제는 유해물질을 방출할 수 있으므로 사용을 자제해야하며, 새 운동기구는 외부에서 TVOC를 휘발시킨 후 사용해야 한다. 또한 이용자에게 향이 있는 화학물질 등의 사용시 입실 자제, 피트니스 입실 전 흡연을 자제 요청하는 내용으로 구성된 실내공기질 관리를 위한 협조안내문을 부착하는 등 더욱 적극적인 실내공기질 측면의 관리업무가 요구된다.

제도적 측면으로, 공동주택의 복리시설은 「공동주택 관리법」에 의해 관리되는데, 방법교육 및 안전교육 의무조항은 있으나, 간접흡연의 방지 조항 이외에 피트니스센터를 포함한 주민공동시설의 실내공기질 관리에 대한 조항은 전혀 없다. 아파트단지내 시설은 다중이용시

설이 아니라서 「실내공기질 관리법」의 적용대상이 아니고, 이 법령에서 공동주택을 대상으로 하는 규정은 신축공동주택의 입주전 세대내 새집증후군 관련물질을 측정공고하게 되어 있을 뿐이다. 따라서, 「공동주택관리법」에 주민공동시설의 실내공기질 관리에 대한 조항을 신설하거나, 「실내공기질 관리법」의 적용대상에 다중이용시설 뿐 아니라, 공동주택의 복리시설을 포함시킬 필요가 있다. 또한 「실내공기질 관리법 시행규칙」의 체육시설 실내공기질 유지관리기준이 너무 완화되어있어 건강유지를 위한 공간에 부적합하다고 판단되므로, 기준 개정이 요구된다. 마지막으로, 피트니스센터는 건강유지를 위해 이용하는 곳이고 운동 중 큰 호흡에 의해 호흡하는 공기의 양이 큰 공간이므로 다른 어느 공간보다 실내공기가 오염되지 않게 관리되도록, 해당 부처에서는 실내공기질 관리 매뉴얼을 만들어서 배포하고 관리자를 대상으로 교육 및 홍보할 필요가 있다.

거주자 측면으로, 입주자 개개인 또는 입주자대표회의는 환기시스템의 원리와 필터교체의 필요성을 인식하고 필터교체비용의 부담에 대한 동의가 요구된다. 아파트단지 피트니스 이용자는 피트니스 입실 전 화학합성향이 있는 제품사용이나 흡연을 자제하는 등 스스로 실내공기질의 오염원이 되지 않도록 주의해야 하며, 주민공동시설의 무향정책을 공동주택관리규약에 포함시킬 필요가 있다.

주제어: 실내공기질, 아파트단지 피트니스센터, 실내공기측정

REFERENCES

강선영(2018. 6. 7). “초미세먼지로 한해 1만 2000명 조기사망”. 금강일보. <http://www.ggilbo.com/news/articleView.html?idxno=515855#0BJz>에서 인출.

강현숙(2017). 부대복리시설별 만족도가 공동주택 주거만족 및 구매의사에 미치는 영향: 서울과 경기지역을 중심으로. 중앙대학교 석사학위논문.

기상청 홈페이지(2019). <http://www.weather.go.kr/weather/main.jsp>에서 인출.

김유미, 이한경(2003). 스포츠 센터의 실내공기오염(미세먼지)에 관한 연구. *한국스포츠리서치*, 14(2), 669-678.

문화체육관광부(2018). 2018년 전국 등록 신고 체육시설업 현황. 세종: 문화체육관광부.

양소리(2019. 3. 5.). UN "대기오염은 인권문제"...매시간 800명 죽어. 뉴시스. http://www.newsis.com/view/?id=NISX20190305_0000577090&cID=10101&pID=10100에서 인출.

에어코리아 홈페이지(2019). <http://www.airkorea.or.kr>에서 인출.

유수명(2014). 공동주택단지 외부공간의 옥외시설 선호도 분석 연구: LH 분양아파트를 중심으로. 서울과학기술대학교 석사학위논문.

윤정숙, 최윤정(2014). *주거실내환경학*. 경기 파주: 교문사.

이관덕(2012). 휘트니스센터의 실내공기환경에 관한 연구. 강원대학교 석사학위논문.

임교열, 정유근(2008). 충주국민체육센터 헬스장의 실내공기질 평가. *한국생태환경건축학회 추계학술발표대회논문집*(p.117-120), 서울, 한국.

「공동주택 관리법」(2020. 6. 9, 타법개정).

「실내공기질 관리법」(2018. 4. 17, 일부개정).

「실내공기질 관리법 시행규칙」별표2, 별표3 (2019. 2. 13, 타법개정).

「주택건설기준 등에 관한 규정」(2018. 12. 31, 일부개정)

「주택법」(2018. 12. 18, 일부개정).

「체육시설의설치·이용에 관한 법률 시행령」(2019. 4. 16, 일부개정).

Received 08 November 2020;

1st Revised 08 December 2020;

Accepted 22 December 2020