

## 의류쇼핑센터 근로자의 분진 및 부유미생물에 대한 노출평가

오성업 · 김기연\*

부산가톨릭대학교 산업보건학과

## Exposure Assessment of Dust and Airborne Microorganisms among Workers in a Clothing Shopping Center

Sung Eop Oh · Ki Youn Kim\*

Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this study is to assess the exposure level to dust and airborne microorganisms among employed workers in a clothing shopping center.

**Materials and Methods:** On-site investigation of a clothing shopping center was performed between October and November 2012. The hazardous substances measured in this study are particulate matter (Total dust, respirable dust) and airborne microorganisms (Total airborne bacteria, total airborne fungi).

**Results:** The highest geometric mean levels of particulate matter (total dust, respirable dust) for personal sampling were 1.735(SD:0.883) mg/m<sup>3</sup> for total dust and 0.0711(SD:0.008) mg/m<sup>3</sup> for respirable dust, respectively. Those for area sampling were 0.625(SD:0.091) mg/m<sup>3</sup> for total dust and 0.0718(SD:0.012) mg/m<sup>3</sup> for respirable dust, respectively. The highest geometric averaged concentrations of airborne microorganisms (Total airborne bacteria, total airborne fungi) were detected at 1,181(SD:105) cfu/m<sup>3</sup> for total airborne bacteria and 683(SD:114) cfu/m<sup>3</sup> for total airborne fungi, respectively. Concentrations of particulate matters and airborne microorganism in clothes shopping center did not correlate significantly with environmental factors such as temperature or relative humidity.

**Conclusions:** Exposure level have not been established for service workers. Thus, health risk assessment for this group is very difficult. Health guidelines for service workers should be established as soon as possible.

**Key words:** airborne microorganisms, clothing shopping center, respirable dust, total dust

### I. 서 론

현대인의 실내 재실시간은 전체 활동시간의 약 80-90%를 차지하며, 이에 따라 실내 공간의 쾌적성에 대한 요구가 증대되고 있다(Kim et al., 2008). 최근 2014년 3월 WHO에서 발간된 보고서에 따르면, 대기오염으로 인한 사망은 실외와 실내 노출을 합하여 전 세계적으로 7백만 명에 이르고 있으며, 그 중

실내 공기오염에 의한 사망자가 430만에 달한다고 한다. 우리나라가 포함된 서태평양 지역에서 실외 대기오염과 실내 대기오염으로 인한 사망은 각각 1.67백만 명, 1.62백만 명으로 보고되었다(Wang et al., 2015).

환경부에서는 유동인구가 많고, 공기오염물질 발생량이 높을 것으로 판단되는 다중이용시설에 대해 측정해야할 유해인자로 16개 항목을 대상으로 선정

\*Corresponding author: Ki Youn Kim. Tel: 051-510-0635. E-mail: kky@cup.ac.kr

Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan, 57 Oryundae-ro Geumjeong-gu, Pusan 609-7

Received: February 25, 2015, Revised: May 26, 2015, Accepted: June 12, 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial

License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하였으며, 총 10가지 공기오염물질에 대해 유지 및 권고기준을 설정하여 관리하도록 하고 있다(MoE, 2003).

본 연구대상인 의류쇼핑센터의 경우 도심이라는 지리적 조건에 의해 많은 유동인구 및 주변 환경적 요인에 의해 실외 오염물질이 내부로 유입되게 되며, 유입된 오염물질이 의류에 흡착되어 다시 재비산될 가능성도 높다. 또한 의류제품 가공과정에서 화학처리를 통해 다양한 오염물질 발생도 예상된다. 기타 다중이용시설과 비교 시 더 많은 실내 오염원과 불특정 오염물질에 노출될 위험을 가진 공간으로 판단된다(Wang et al., 2015).

많은 공기오염물질 중 발생빈도 및 발생량이 가장 높은 미세먼지의 경우 사회적으로 많은 관심을 받고 있으며, 입경에 따라 인체 유해성이 증가한다는 보고에 따라 최근 1 $\mu$ m 이하의 미세먼지에 대한 연구도 수행되고 있다. 그와 동시에 수증기나 미세먼지에 결합한 형태로 bioaerosol을 형성하여 감염, 염증반응, 독소 작용 등을 통해 인체 내 나쁜 영향을 유발한다(Koh et al., 2012). 공기오염물질에 지속적으로 노출되게 되면 천식, 폐렴 등과 같은 호흡기관련 질환 및 심혈관계질환, 아토피 피부염, 알러지 등 피부질환 유발 요인으로도 제기되고 있다. 이들 질환으로 인한 사망자수 증가, 병원 방문 및 입원율 증가, 소아천식 발작으로 인한 응급환자 급증, 폐기능 저하 등이 나타나고 있다(Lee et al., 2010).

국내에서는 여러 유형의 실내공간을 대상으로 공기질을 평가한 연구 사례는 많이 보고된 있으나(Lee & Kim, 1997; Lim & Kim, 2005; Kim, 2006; Jung, 2006; Jung et al., 2007; Kim et al., 2008; Lee et al., 2010), 의류 쇼핑센터를 대상으로 실시한 연구 사례는 미진한 실정이다. 또한 의류 쇼핑센터에서 근무하는 근로자들을 대상으로 공기오염물질에 대한 노출 수준을 평가한 국내 연구는 전혀 보고된 바 없다. 따라서 본 연구의 목적은 국내 의류 쇼핑센터 내 근로자를 대상으로 의류 취급에 의해 노출량이 높을 것으로 추정되는 분진 등의 입자상 오염물질과 부유 세균 등의 생물학적 오염물질의 노출 수준을 현장 평가를 통해 파악하고, 발생에 영향을 주는 환경인자(온도 및 습도)와의 상관성 평가를 실시하는 것이다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

부산시에 위치한 의류 쇼핑센터 1개소를 선정하였다. 본 의류 쇼핑센터의 경우 층당 면적 40 m<sup>2</sup>으로 총 3층(지하, 1층, 2층)으로 이루어져있다. 1층에는 2층과 지하로 연결되는 계단이 설치되어 있었으며, 매장으로 들어오는 입구가 설치되어있다. 2층과 지하의 경우 1층으로 이어지는 계단 및 에스컬레이터 이외에 별다른 구조적 특성은 없었다. 각 층마다 천정에 평균 16개의 환기구를 설치, 운용하고 있었다. 근무시간은 총 8명의 근로자가 오전(09:00~18:00), 오후(13:00~22:00) 시간대로 나누어 근무를 실시하며, 근무형태로는 매장 내 청소 및 탈의실 관리, 의류정리 등을 순환식으로 수행하게 된다. 근로자의 최고 노출수준을 파악하기 위해 2012년 10월에서 11월 사이의 기간 동안 유동인구가 가장 많을 것으로 예상되는 주말 오전 13시~오후 8시 사이에 측정을 실시하였다.

### 2. 측정 및 분석 방법

분진 측정은 개인시료와 지역시료 채취를 병행하여 수행되었다. 개인시료는 각 층마다 담당 작업자의 호흡기 반구 30 cm에 여재를 설치하여 측정하였고, 지역시료의 경우 각 층의 중앙 지점에서 바닥으로부터 1 m 떨어진 지점에 샘플러를 설치하여 측정하였다. 총 분진시료 측정 경우 직경 37 mm 규격의 PVC 여과지(PVC membrane Filter, Envex, U.S.A)가 장착된 3단 카세트를 2.0 L/분의 유량으로 설정된 공기시료 채취기(SKX XR5000, SKC Inc, U.S.A)에 연결하여 6시간 이상 측정을 실시하였다. 호흡성 분진도 동일한 규격의 PVC 여과지를 싸이클론(Zefon 37 mm Alu Cyclone, ZEFON, U.S.A)에 장착하여 이것을 2.4 L/분의 유량으로 설정된 공기시료 채취기에 연결하여 6시간 이상 측정을 실시하였다. 시료 채취 후 중량법으로 분석하였고, 시간가중평균 개념을 적용하여 총 분진과 호흡성 분진의 노출 농도를 제시하였다. 부유 세균과 진균은 분진 측정과 동일한 시간대 및 지점에서 동시에 시료 채취를 진행하였다. 시료 채취 시간은 부유 세균의 경우 2분과 5분을, 부유 진균의 경우 5분을 적용하였고, 각 3회씩 반복 측정하

**Table 1.** Analysis condition of airborne bacteria and fungi

	Media	Incubation	
		Temperature	Period
Airborne bacteria	Trypticase Soy Agar(TSA) - Including cycloheximide 500 mg - Lot 2087730, Becton Dickinson and Company, USA	37℃	1~2 days
Airborne fungi	Malt Extract Agar(MEA) - Including chloramphenicol 100 mg - Lot 3111376, Becton-Dickinson and Company, USA	20~25℃	3~5 days

였다. 부유 미생물 시료 포집에 사용된 장비는 28.3 ℓ/min으로 유량이 설정된 1단 관성충돌기(Buck Bio-Culture, Andersen, USA)였고, 채취된 부유 세균과 진균의 배양 조건은 Table 1과 같다.

배양 후 배지에 형성된 집락(Colony)을 계수한 값에 채취된 공기량(m³)으로 나누는 방법을 통해 부유 세균과 진균의 농도(CFU/m³)를 나타내었다. 조사대상 의류쇼핑센터의 환경인자로 온도와 상대습도는 아스만통풍건습계(SATO R-704, SATO Inc, Japan)를 이용하여 시료 채취 기간 동안 3회 측정하였다.

**3. 자료의 분석**

SAS package(SAS/Stat 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 의류 쇼핑센터의 층별 분진과 부유 미생물의 농도 차이는 이원산 분산분석법(ANOVA), 환경인자(온/습도)간의 상관관계는 피어슨 상관분석법(Pearson's correlation test)을 적용하여 통계적 유의성을 검증하였다.

**Ⅲ. 연구 결과 및 고찰**

**1. 의류 쇼핑센터 내 분진과 부유 미생물의 실내 농도 평가**

**1) 총분진**

Table 2에서 제시하는 바와 같이 개인시료의 기하평균

농도는 1층 0.695(GSD:0.091) mg/m³, 2층은 0.165 (GSD:0.035) mg/m³, 지하는 1.735(GSD:0.883) mg/m³인 것으로 나타나 지하>1층>2층 순서로 분석되었다(p>0.05). 지역시료의 경우 1층은 0.625(GSD:0.091) mg/m³, 2층은 0.154(GSD:0.179) mg/m³, 지하는 1.175 (GSD:0.488) mg/m³으로 개인시료와 동일하게 지하>1층>2층 순서로 조사되었다(p>0.05).

총 분진의 경우 고용노동부에서 따로 규제기준치를 설정하여 관리하는 것이 아니라, 산화귀소 결정체 함유율에 따라 기타분진으로서 10 mg/m³으로 현재 관리되어지고 있다. 본 연구의 경우 결과에 대해 기하평균으로 나타내었으므로 해당 기준치를 참고 수준으로 측정 자료와 비교하여 보았을 때 권고 기준치를 초과하는 시료는 없는 것으로 나타났다. 총분진을 대상으로 측정한 선행 연구 자료를 고찰해 보면, 본 연구와 동일 또는 유사한 장소에서 측정한 총분진 자료가 아직 보고된 바 없어 본 데이터와의 비교가 불가능하나, 서울수도권 지하철역 내 총분진 측정결과 0.221 mg/m³로 나타났으며(Lee & Kim, 1997), 측정 장소는 상이하지만 지하와 1층 측정치에서 높은 수준으로 조사되었다. 이는 지하철역에 비해 적은 규모의 의류쇼핑센터에 많은 인구의 밀집에 따라 공기순환이 적절히 이루어지지 않아 발생된 결과라 판단된다.

대기 중 총분진 노출이 사망자 수에 미치는 영향을 분석한 선행 연구 결과에 의하면 대기 중 총분진

**Table 2.** Level of total dust in clothing shopping center

	Floor	N	GM	GSD	Range	p-value
Personal sample	BF	3	1.735	0.883	1.11-2.36	0.12
	1F	3	0.695	0.091	0.56-0.83	
	2F	3	0.165	0.035	0.14-0.19	
Area sample	BF	3	1.175	0.488	0.83-1.52	0.096
	1F	3	0.625	0.091	0.56-0.69	
	2F	3	0.154	0.179	0.027-0.28	

\* Unit : mg/m³

**Table 3.** Level of PM10 in clothing shopping center

	Floor	N	GM	GSD	Range	p-value
Personal sample	BF	3	0.034	0.001	0.033-0.035	0.226
	1F	3	0.071	0.009	0.065-0.077	
	2F	3	0.059	0.027	0.039-0.078	
Area sample	BF	3	0.032	0.002	0.030-0.034	0.139
	1F	3	0.072	0.013	0.063-0.081	
	2F	3	0.052	0.019	0.038-0.066	

\* Unit : mg/m<sup>3</sup>

의 농도가 1 mg/m<sup>3</sup> 증가시 이에 대한 사망자는 약 3% 증가한다고 보고되고 있다(Kim, 2000). Choi et al.(2000)의 연구결과에 따르면 가을철 부산지역 대기 중 총분진 측정결과 0.05 mg/m<sup>3</sup>으로 본 연구결과에 비해 현저히 낮은 수준으로 조사되었다. 의류 쇼핑센터의 외기 중 분진 입자들이 유동인구나 환경적 요인에 의해 유입되고, 실외 오염물질이 외부로 배출되지 못하여 누적으로 인해 나타난 결과로 판단된다. 의류 쇼핑센터의 근로자들은 의류정리 및 지속적으로 활동으로 일반 사람들에 비해 상대적으로 높은 농도의 총분진에 노출될 수 있다는 가능성을 염두해 두어 발생하는 분진 농도의 저감을 위해 공학적 대책을 수립하여 관리해야 할 것으로 사료된다.

2) 호흡성 분진

Table 3에서 제시하는 바와 같이 호흡성 분진의 기하 평균 농도는 지역시료의 경우 지하는 0.0323 mg/m<sup>3</sup>, 1층은 0.0719 mg/m<sup>3</sup>, 2층은 0.0516 mg/m<sup>3</sup>으로 1층>2층>지하 순으로 농도 분포를 이루고 있었다(p>0.05). 한편 개인시료의 경우 지하는 0.343 mg/m<sup>3</sup>, 1층은 0.0711 mg/m<sup>3</sup>, 2층은 0.05885 mg/m<sup>3</sup>인 것으로 측정되었으며, 지역시료와 동일하게 1층>2층>지하의 순서로 조사되었다(p>0.05).

본 측정장소가 환경부 관리 다중이용시설에 해당되지 않은 관계로 총 분진과 동일하게 아직 호흡성 분진에 대한 명확한 노출기준이 설정되어 있지 않은 상황이다. 하지만 의류쇼핑센터 또한 실내공간이며 불특정 많은 사람들의 빈번한 출입이 일어나는 시설이므로 환경부 실내공기질 관리법에 의한 다중이용 시설 PM<sub>10</sub> 기준 0.15 mg/m<sup>3</sup>을 적용하여 본 측정 데이터에 참고하여 보았을 때, 1층의 개인시료 한 지점에서만 본 기준치를 초과하는 수준으로 나타났다.

본 연구의 현장조사와 동일한 기간에 부산시에 위치한 상대적으로 오염수준이 높은 상업지역 및 공단 지역의 대기 중 PM<sub>10</sub> 측정결과 광복동(상업지역) 0.043 mg/m<sup>3</sup>, 녹산동(공단지역) 0.054 mg/m<sup>3</sup>으로 의류쇼핑센터에서 더 높은 농도로 조사되었다(Jeon & Hwang, 2014). 본 결과를 근거로 하였을 때, 실외 대기 중 PM<sub>10</sub> 오염수준보다 실내 오염수준이 더 높다는 것으로 관찰되었다. 국내 다중이용시설들을 대상으로 수행된 PM<sub>10</sub>에 관한 선행 연구 결과를 고찰했을 때, 병원의 경우 0.058 mg/m<sup>3</sup>~0.177 mg/m<sup>3</sup>으로 가장 낮은 농도를 나타내고 있었고, 전철역의 승강장과 개찰구는 평균 0.188 mg/m<sup>3</sup>와 0.158 mg/m<sup>3</sup>, 그리고 터미널은 0.1 mg/m<sup>3</sup>~0.158 mg/m<sup>3</sup> 수준인 것으로 조사되어 다중이용시설 PM<sub>10</sub> 실내공기 유지기준인 0.15 mg/m<sup>3</sup>을 전철역 승강장과 개찰구 두 개의 장소에서 초과하고 있는 것으로 보고되었다(Kim, 2006). 선행 연구 결과와 비교 시 의류 쇼핑센터 내 호흡성 분진 농도는 상대적으로 낮은 수준인 것으로 확인되었다. 이는 측정 당일의 기후적 요인과 매장내부 환경적 요인에 의해 나타난 결과라 추정된다. 따라서 본 연구를 통해 낮은 수준으로 조사되었지만, 의류쇼핑센터 내 종사하는 근로자 및 이용자들의 호흡성 분진 노출에 의한 호흡기계 질환 예방을 위해서는 환기 및 공조시설 등의 저감 대책이 강구되고 지속적으로 관리되어야 할 것으로 사료된다.

3) 부유 미생물

Table 4는 각 층별 측정된 부유진균 및 세균의 농도를 보여주고 있다. 부유세균 측정결과, 1층의 경우 1181 cfu/m<sup>3</sup>, 2층은 781 cfu/m<sup>3</sup>, 지하 2204 cfu/m<sup>3</sup>로 지하>1층>2층 순서로 농도가 높게 나타났으며, 외부와의 공기순환이 어렵고, 다습한 지하공간이라는 특수

Table 4. Level of airborne microorganism in clothing shopping center

	Floor	N	GM	GSD	Range	p-value
Total airborne bacteria	BF	3	2,204	100	422-3987	0.391
	1F	3	1,181	105	1126-1237	
	2F	3	781	104	538-1024	
Total airborne fungi	BF	3	316	60	306-326	0.65
	1F	3	683	114	470-895	
	2F	3	490	80	311-669	

\* Unit : cfu/m<sup>3</sup>

한 조건에 따라 높은 농도로 조사된 것으로 생각된다 (Chung et al., 1998). 국내 환경부 다중이용시설 실내 공기 기준치인 800 cfu/m<sup>3</sup>를 참고수준으로 비교한 결과 1층과 지하 두 개소에서 초과하는 것으로 나타났다. Lee et al.(2010)의 조사 결과에 의하면 부유 세균의 농도가 점질방 625 cfu/m<sup>3</sup>, 보육시설 456 cfu/m<sup>3</sup>, 의료기관 273 cfu/m<sup>3</sup>, 대규모 점포 180 cfu/m<sup>3</sup>, 지하역사 112 cfu/m<sup>3</sup>, 실내주차장 54 cfu/m<sup>3</sup>으로 보고되어, 본 조사 결과와 비교시 의류 쇼핑센터 내 부유 미생물의 노출 수준은 상대적으로 높은 것으로 판단된다.

부유진균의 경우 1층 683 cfu/m<sup>3</sup>, 2층 490 cfu/m<sup>3</sup>, 지하 316 cfu/m<sup>3</sup>로 각 층별 농도 분포는 1층>2층>지하 순서였으며, 1층의 경우 매장 출입구 및 층별 이동계단 설치로 다른 층에 비해 상대적으로 많은 유동인구로 인해 가장 고농도로 발생된 것으로 판단된다. 이는 선행 연구 결과들(Lee & Kim, 1997; Kim, 2006; Park et al., 2006; Koh et al., 2007)에 의해서도 뒷받침해준다. 부유진균의 경우 아직 환경부에서 설정된 권고 기준치가 없으며, 고용노동부 또한 부유진균에 대한 관리 기준치가 설정되어 있지 않는 상황이다. 그러나 국제보건기구(World Health Organization, WHO)에서 권고하고 있는 기준치인 500 cfu/m<sup>3</sup>를 참고수준으로 하여 결과 검토시, 1층에서만 본 참고 기준치를 초과하는 것으로 조사되었다. Koh et al.(2007)의 연구결과를 고찰해보았을 때, 병원 내 부유진균 농도 68~200 cfu/m<sup>3</sup>이며, 도서관은 72~380 cfu/m<sup>3</sup>, 백화점 및 대형마트는 36~756 cfu/m<sup>3</sup>로서 조사되었다. 병원과 도서관 측정 결과의 경우 본 연구 결과보다 낮은 수준으로 나타났고, 백화점 및 대형마트의 부유진균 농도는 본 연구 결과보다 높게 관찰되었다. 현재 부유진균에 대한 국내 규제수준이 없어 측정치에 대한 명확한 평가가 어려우며, 앞으로 부유진균에 대한 국내 관리수준 설정

관련 연구가 실시되어야 한다고 판단된다.

의류 쇼핑센터 내 부유 미생물의 농도 수준이 다른 다중이용시설보다 현저히 높게 나타났으며, 실내 부유 미생물의 농도 분포는 일반적으로 온도, 상대 습도, 환기에 의한 공기 유속 등과 같은 환경 인자에 따라 좌우된다(Nevalainen et al., 1994). 의류 쇼핑센터의 경우 근로자보다 센터 내로 방문하는 고객들을 우선시하는 서비스업이라는 점에서 하루 12시간의 영업 기간 동안 공조시설 운영에 따른 시설 자체의 유지 관리가 제대로 시행되지 않는 데 있다고 할 수 있다. 또한 의류매장이라는 점을 고려한다면 이용객들이 한 곳에 오래 머물기보다 선호하는 의류를 찾기 위해 계속해서 이동하는 특수한 환경 조건이 부유 미생물의 농도 수준을 상승시킨 한 요인이라 사료된다. 부가적으로 다른 쇼핑센터와는 달리 실내 공간 내 전시되고 있는 물품이 미생물의 잠재적 영양원으로 작용할 수 있는 섬유 재질의 의류라는 사실도 고려해야 될 점이다.

## 2. 실내 오염물질의 농도와 환경 요인들간의 상관분석

Table 5는 의류 쇼핑센터 내에서 측정된 입자상 및 생물학상 오염물질들과 환경 인자인 온도와 상대습도간의 통계적 상관관계를 보여주고 있다. 입자상 물질인 분진과 생물학상 물질인 부유 미생물과의 발생 연관성을 조사한 선행 연구결과들을 고찰해 보면, 부유 미생물은 공기 중 먼지나 수증기와 결합한 형태로 bioaerosol을 형성하여 사람의 호흡기계에 유입되어 폐렴, 천식 등 각종 호흡기계 질환들을 유발하는 주요 유해인자로 보고되고 있다(Jung et al., 2011; Koh et al., 2012). 즉, 공기 중 분진의 농도가 증가할수록 일반적으로 부유미생물의 농도 또한 증가하는 것이다(Jung et al., 2011). 이러한 대기 및 실내공기 중 분진과 부유

**Table 5.** Correlation analysis of indoor pollutants levels and environmental factors in the clothing shopping center

	Total dust	Respirable dust	Airborne bacteria	Airborne fungi	Temperature	Relative humidity
Total dust	1	.379	.267	.283	.156	-.028
Respirable dust		1	.328	.227	.112	-.037
Airborne bacteria			1	.369	.106	-.152
Airborne fungi				1	.059	.059
Temperature					1	.024
Relative humidity						1

미생물 농도간의 양의 상관관계는 국내외 많은 선행 연구 결과들에 의해 이미 규명된 바 있다(Choi et al., 2000; Bae et al., 2005; Park et al., 2005; Chun et al., 2008; Iwasaka et al., 2009; Lee et al 2009). 그러나 의류쇼핑센터를 대상으로 한 본 연구에서는 낮은 상관관계를 보였고, 통계적 유의성 또한 없는 것으로 분석되었다. 이러한 결과가 나타난 이유로는 평가대상 의류쇼핑센터 자체에서 측정일수를 제한한 관계로 시료 채취를 3회 반복만 실시하였기 때문에 이로 인한 시료 채취 수 부족으로 나타난 결과라 사료되며 이는 본 연구의 제한점이라 할 수 있다.

본 연구를 수행하면서 주변 요소들로 인해 상대적으로 적은 시료 수를 측정하여 의류쇼핑센터 내 종사하는 근로자들에 대한 분진 및 부유 미생물의 세밀한 노출 평가는 어려웠다. 이러한 이유로 측정 인자들과 환경 요인들간의 명확한 상관관계 규명 또한 제한되었다. 그리고 계절별 실외 온습도로 인해 변화하는 시기별 농도가 실내 작업자들에게 얼마만큼 노출되는지를 정량화하지 못하였다. 아직까지 의류쇼핑센터와 같은 서비스업 근로자들을 대상으로 한 체계적인 관리기준이 설정되지 못해 측정 노출 농도에 대한 건강 유해성 평가는 현재로서는 어려운 실정이다. 의류쇼핑센터 종사자들과 같이 서비스업에 종사하시는 근로자들을 대상으로 유해물질의 노출평가를 실시한 국내 연구 사례는 아직 보고된 바 없다. 그러나 본 연구 결과와 같이 의류쇼핑센터 근로자들도 여러 공기 유해인자에 상당 부분 노출되어 작업하는 상황이기 때문에 환경성 질환의 발병 잠재성이 내포되어 있다고 할 수 있다. 의류쇼핑센터와 같이 실내 공간에서 일하는 서비스 작업자들에 대해 정확한 유해인자 노출 수준 평가를 위해 향후 다양한 서비스 업종에 종사하는 근로자들의 노출 평가가 실시

되어져야 하며, 이에 따른 건강 예방 관리 가이드라인이 조속히 설정되어야 한다고 사료되는 바이다.

#### IV. 결 론

1. 총분진의 각층별 지역시료 평균 농도는 지하 1.175 mg/m<sup>3</sup>, 1층 0.625 mg/m<sup>3</sup>, 2층 0.154 mg/m<sup>3</sup>이었고, 개인시료 평균 농도는 지하 1.735 mg/m<sup>3</sup>, 1층 0.695 mg/m<sup>3</sup>, 2층 0.165 mg/m<sup>3</sup>이며, 국내 기타분진 노출기준 10 mg/m<sup>3</sup>을 초과하는 시료는 없었다.

2. 호흡성 분진의 각 층별 지역시료 평균 농도는 지하 0.0323 mg/m<sup>3</sup>, 1층 0.07185 mg/m<sup>3</sup>, 2층 0.0516이었고, 개인시료 평균 농도는 지하 0.0343 mg/m<sup>3</sup>, 1층 0.0711 mg/m<sup>3</sup>, 2층 0.0589 mg/m<sup>3</sup>이며, 환경부 다중이용시설 실내공기질 권고 기준치인 0.15 mg/m<sup>3</sup>을 초과하는 시료는 없었다.

3. 부유 세균의 각 층별 평균 농도는 지하 2,205 cfu/m<sup>3</sup>, 1층 1,182 cfu/m<sup>3</sup>, 2층 781 cfu/m<sup>3</sup>였으며, 환경부 다중이용시설 실내공기질 총부유세균 권고 기준치인 800 cfu/m<sup>3</sup>를 초과하는 시료는 지하와 1층 두 지점에서 기준치를 초과하였다.

4. 부유 진균의 각 층별 평균 농도는 지하 316 cfu/m<sup>3</sup>, 1층 683 cfu/m<sup>3</sup>, 2층 490 cfu/m<sup>3</sup>였으며, WHO 권고 기준치인 500 cfu/m<sup>3</sup>를 초과하는 시료는 1층 한 지점에서 초과하였다.

5. 측정 인자들과 환경 요인들간의 상관분석 결과 통계적 유의성이 없었다(p>0.05).

#### 감사의 글

이 논문은 2013년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

## References

- Bae KW, Kim JH, Kim YS, Park JS, Jee YK, et al. Microbiological identification and distribution of metal components in suspended particulate matter during yellow sand phenomena at Taean region in 2003. *Tuber. Respir. Dis.* 2005;58(2):167-173
- Chung HJ, Back SH, Kim JH, Kim HM. Study on Indoor Air Quality Assessment of Underground Shops in Daejeon City. *J Korea Society of Environmental Administration* 1998;4(2):109-117
- Choi C.K, Yoo S.Y, Jeon B.K. A study on the characteristics of concentrations of atmospheric aerosols in pusan. *Journal of Korean Society of Environmental health* 2000;26(2):41-48
- Chun Y, Boo KO, Kim J, Park SU, Lee M. Synopsis, transport, and physical characteristics of Asian dust in Korea. *J. Geophy. Res.* 2001;106(16):18461-18469
- Ichinose T, Yoshida S, Hiyoshi K, Sadakane K, Takano H et al. The effects of microbial materials adhered to Asian sand dust on allergic lung inflammation. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2008;55(3):348-357
- Iwasaka Y, Shi GY, Yamada M, Kobayashi F, Kakikawa M, et al. Mixture of Kosa(Asian dust) and bioaerosols detected in the atmosphere over the Kosa particles source regions with balloon-borne measurements: possibility of long-range transport *Air Qual. Atmos. Health* 2009;2:29-38
- Jeon BI, Hwang YS, Characteristics of weekday/weekend PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentrations at busan. *Journal of Environmental Science International* 2014;23(7); 1241-1251
- Jung ES, Lee DH, Lee BW. A Study on Variation of Concentration of Airborne Microorganisms in the Atmosphere nearby an amusement park during the spring season. *Journal of Industrial Science and Technology in konkuk university* 2011;36:43-46
- Jung JY, Lee BK, Phee YG. Assessment of indoor air quality in commercial office buildings. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2007;17(1);31-42
- Jung GH, Chon TY. Study of indoor air quality from the several offices in busan area. *J of the Korean Society for Environmental Analysis* 2006;9(1);7-12
- Kim H. An analysis of air pollution and daily mortality. *J The Korean Statistical Society* 2000;13(2):265-274
- Kim YD. Measurements of Indoor Air Quality in Crowd Facilities. *J Architectural Institute of Korea.* 2006;22(12):289-296
- Kim KY, Jang GY, Park JB, Kim CN, Lee KJ. Field Study of Characteristics of Airborne Bacteria Distributed in the Regulated Public Facilities, *J Korea Industrial Hygiene Association* 2006;16(1):1-10
- Kim KY, Roh YM, Kim YS, Lee CM, Sim IS. Profile of airborne microorganisms distributed in general offices. *J Korea Industrial Hygiene Association.* 2008;18(1): 11-19
- Koh YJ, Gong YW, Lee JM, Go JM, Kim YH, Jegal S. Distribution of airborne fungi in the public facilities. *Korean J. Sanitation* 2007;22(4);77-85
- Koh JY, Jang CG, Cha MJ, Park KN, Kim MK et al. Distribution and Characteristics of Microorganisms Associated with Settled Particles During Asian Dust Events. *Korean Journal of Microbiology* 2012;45(2): 134-140
- Lee JW, Kim HW. A Study on the size distribution, TSP and PM<sub>10</sub> concentrations in subway stations in seoul. *J Korea Society for Atmospheric Environment.* 1997;1: 110-112
- Lim MJ, Kim SD. A field study on the concentration of suspended microbes by living space. *Korean Journal of Odor Research and Engineering* 2005;11;50-53
- Lee SH, Choi BR, Yi, SM, Ko GP. Characterization of microbial community during asian dust events in Korea. *Science of the Total Environment* 2009;407 (20):5308-5314
- Lee, DH, Lee SH, Bae SJ, Kim NH, Park KS et al. The Concentration of Indoor Air Quality and Correlations of Materials at Multiple-use Facilities in Gwangju. *J Korean Society of Environmental Engineers.* 2010;32(11):1001-1010
- Lee, SD, Lee SK, Park, JS, Kong BJ, Kim JC. The characteristics of the air pollutants distribution and concentration at the baengnyeong island. *Journal of Korean Society of Environmental Administration* 2010;16(1);25-33
- Ministry of environment(MOE). *Indoor Air Quality Control Act of Multi use Facilities.* 2003
- Nevalainen A, Hyvarinen A, Pasanen A, Reponen T. Fungi and bacteria in normal and mouldy dwellings. In Samson, R.A, Flannigan, B, Flannigan, M.E, Verhoeff, A.P., Adan, O.C.G., Hoekstra, E.S.(Eds.), *Health Implications of Fungi in Indoor Environments.* Elsevier, Amsterdam, 1994:155-162
- Park JW, Lim YH, Kyung SY, An CH, Lee SP. et al. Detection of pathogenic viruses in the atmosphere during Asian dust event in incheon city. *Tuber. Respir. Dis.* 2005;59(3):279-285
- Park JB, Kim KY, Jang GY, Kim CY, Lee KJ. Size

Distribution and Concentration of Airborne Fungi in the Public Facilities. Journal of Korean Society of Environmental health 2006;32(1):36-45

Wang HS, Hwang JS, Chang SJ, Kim SM. Evaluation of

Emissions according to the selling store in department store. Journal of the Korea Furniture Society 2015;26(1):71-76