

대학 캠퍼스 주변 호프집, PC방, 당구장의 실내 PM_{2.5} 농도를 통한 ETS 노출 수준 평가

이재환^{1,2} · 박동욱³ · 하권철^{1*}

¹창원대학교 생명보건학부, ²양산부산대학교병원, ³한국방송통신대학교 환경보건학과

Evaluation of Indoor ETS Exposure Levels in Pubs, PC Game Rooms, and Billiards Halls around a University Campus using PM_{2.5} Concentrations

Jae Hwan Lee^{1,2} · Donguk Park³ · Kwonchul Ha^{1*}

¹Department of Biochemistry and Health Science, Changwon National University,

²Pusan National University Yangsan Hospital,

³Department of Environmental Health, Korea National Open University

ABSTRACT

Objectives: The aims of this study were to determine the indoor level of environmental tobacco smoke (ETS) and to assess the implementation rate of smoke-free laws at hospitality venues around a university campus by measuring particulate matter smaller than 2.5 μm (PM_{2.5}) as an indicator of ETS.

Materials and Methods: We measured indoor PM_{2.5} concentrations at 20 PC game rooms, 20 pubs, and 20 billiards halls using Sidepak AM510, a direct reading portable real time monitor, from October to December 2015.

Results: Smoking was observed in 65% of the PC game rooms, 10% of pubs, and 85% of billiards halls. The average PM_{2.5} concentrations were 98.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 29.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and 134.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at PC game rooms, pubs, and billiards halls, respectively. PM_{2.5} concentrations in PC game rooms and billiards halls were 2 to 2.7 times higher than the 24-hour exposure standard for outdoor PM_{2.5} (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) by the Ministry of Environment.

Conclusions: Although a smoking ban has been implemented for PC rooms and pubs, smoking is still taking place in many of these places. More stringent legal action is required for successfully protecting patrons and workers from secondhand smoke exposure. A ban on smoking in billiards halls should be introduced as quickly as possible.

Key words: Billiards, Environmental tobacco smoke (ETS), PM_{2.5}

I. 서 론

환경성담배연기(Environmental Tobacco Smoke, ETS)는 쉐련, 파이프담배, 시가 등을 피울 때 생성되는 것으로 담배를 피우는 중간에 담배 끝에서 발생하는 부류연(sidestream smoke, SS)과 흡연자의 날숨에서 발생하는 주류연(mainstream smoke, MS)으로 구성되며 간접흡

연을 야기한다. 간접흡연은 인체에 다양한 질병과 장애 및 사망에까지 이르게 할 수 있으며, 이는 과학적으로 확인된 사실이다(IARC, 2004; Surgeon general of the United States, 2012).

ETS가 중요한 이유는 실내 공기질을 결정하는 중요한 오염원 중의 하나이며, nitrosamines, benzopyrenes, betanaphthylamine, polonium 210 등 60여 종의 발암

*Corresponding author: Kwonchul Ha, Tel: 055-213-3553, E-mail: kcha@changwon.ac.kr

Department of Biochemistry & Health Science, Changwon National University, 20 Changwondaehak-ro, Changwon, Gyeongnam 51140

Received: December 5, 2016, Revised: December 15, 2016, Accepted: December 26, 2016

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.

물질이나 발암물질로 추정되는 물질을 포함하고 있다는 것이다. 이로 인해 전체 암으로 인한 사망의 30%가 흡연 때문인 것으로 추산되고 있으며, 간접흡연도 직접흡연과 같이 폐암, 심혈관계 질환, 천식과 같은 다양한 건강상의 영향이 보고되었다(Barnoya & Navas-Acien, 2013). 이를 근거로 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)에서는 ETS를 Group A carcinogen으로 분류하고 있으며(US EPA, 1992), 미국 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)에서도 ETS를 석면이나 벤젠과 같은 등급의 발암성 물질로 지정하고 있다. 또한 담배연기는 쉽게 퍼질 수 있고 제거가 쉽지 않아 본인의 의사와 무관하게 다수에게 폭넓게 노출시켜 불쾌감을 유발하는, 즉 간접흡연의 특성이 있다. 이러한 위험성을 근거로 미국 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)에서는 작업장과 식당, 술집 등 공공의 실내공간에 대해 금연을 법으로 규정하고 있다(CDC, 2016).

한편 약 6,000여 종의 많은 화학물질로 구성된 ETS의 공기 중 농도를 측정하고 평가하기 위해서 지표물질에 대한 연구가 많이 이루어졌다(Fu et al., 2013; Kim et al., 2015). ETS 발생 시간에 따라 물리·화학적으로 변화되어 완벽한 조건의 지표물질을 찾기란 쉬운 일이 아니다. ETS 노출 지표로 특이성이 가장 높은 것은 3-Ethenyl Pyridine과 Nicotine이지만 시료포집과 분석에 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있어서, 세계보건기구(World Health Organization, WHO)와 해외의 많은 연구자들이 직독성과 편의성이 뛰어난 $PM_{2.5}$ (초미세먼지, 공기역학적 직경이 $2.5 \mu m$ 이하인 입자상 물질)를 지표물질로 제안하고 있다(WHO, 2005; Fu et al., 2013).

WHO는 담배규제기본협약(Framework Convention on Tobacco Control, FCTC)을 통해 다양한 환경공간에 대한 간접흡연 노출 규제 및 관리 대책의 제정을 전 세계 국가에 요청하였으며, 상대적으로 흡연율이 높은 청년들의 담배이용을 낮출 수 있는 실질적인 범정부적 노력을 요구하고 있다(WHO, 2005). 이에 따라 우리나라에서도 국민건강증진법을 통해 고등교육을 위한 교사, PC방, 음식점 등 공중이 이용하는 다양한 실내 환경공간에서 금연을 하도록 규정하고 있으며, 점차 대상 시설을 확대하고 있다. 하지만 소규모 체육시설인 당구장의 경우는 이러한 금연정책이 아직 적용되고 있

지 않다.

2015년 국민건강영양조사에서 성인(만19세 이상) 남자 흡연율은 39.3%였으며, 점차 감소 추세에 있다고 발표하였다. 또한 우리나라 대학생들이 포함된 20-30대의 흡연율에 대해 10년 단위의 연령대에서 세 번째로 높은 23.7%로 보고하였다(KCDC, 2016). 젊었을 때의 건강습관은 평생 동안 유지되어 개인의 건강에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 올바른 건강습관을 가지는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 창원 시내에 소재한 한 대학 캠퍼스 주변에서 20대 젊은 청년들이 많은 시간을 보내는 PC방, 호프집, 당구장을 대상으로 ETS의 지표 물질인 $PM_{2.5}$ 의 측정을 통해 간접흡연 노출 수준을 파악하여 국민건강증진법 상 금연구역으로 지정된 PC방과 호프집의 금연 이행률을 평가하고, 아직 금연시설로 지정되지 않은 당구장에 대한 금연의 필요성에 대해 조사하고자 한다.

II. 연구방법

1. 대상

본 연구는 2015년 10월 12일부터 12월 18일까지 약 2개월 동안 창원에 위치한 모 대학 캠퍼스 주변의 PC방 20곳, 호프집 20곳, 당구장 20곳 등 총 60곳의 실내 공간을 대상으로 공기 중 ETS 농도의 지표 물질인 $PM_{2.5}$ 를 시료 채취하여 ETS 노출 특성을 조사하였다.

2. 방법

1) 공기 중 $PM_{2.5}$ 측정

공기 중 $PM_{2.5}$ 에 대해 670 nm 파장의 빛이 입자에 의해 산란하여 질량 농도를 결정하는 광산란식 직독식 기기인 Sidepak(Model AM510, TSI Inc., USA)을 사용하여 2 L/min의 유량으로, 업소 이용객이 많은 시간대인 오후 7시부터 오후 11시 사이에 실외(배경농도) 5분, 실내 30분, 측정 후 실외(배경농도) 5분 등 총 40분간 1분 간격으로 시료를 채취하였다. $2.5 \mu m$ 이상의 직경을 가진 입자상물질을 제거하기 위해서 기기에 임팩터(Impactor)를 장착하여 사용하였으며, 시료 채취 시작 전에 HEPA(High-efficiency particulate arrestance) 필터를 이용하여 영점 보정을 실시하였다. 또한 조사 시 농도분포에 영향을 미칠 수 있는 실내

공간의 체적, 흡연자수, 환기 상황 등을 기록하였다.

2) 흡연밀도(Smoking density, SD)의 측정 및 계산

흡연밀도는 식 1과 같이 단위체적당 흡연자수로 계산하였다. 흡연자수는 시료의 채취시간 동안 5분마다 호프집 내의 흡연자 수를 계수하였으며, 거리 측정 기기인 DLR130(Robert Bosch Tool Corp., Mt. Prospect, Malaysia)을 이용하여 호프집의 면적과 체적을 조사하였다.

$$\text{흡연밀도 (SD)} = \frac{\text{흡연자수}}{\text{실내공간체적, m}^3} \dots\dots\dots \text{식 1}$$

3) 통계 및 분석

수집한 PM_{2.5}의 농도는 TRAKPRO™(ver. 4.6.10, TSI, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다. PM_{2.5}의 측정기기는 직독식 기기이므로 농도(2차 중량 농도)의 정확도를 위하여 보정계수(conversion factor)인 0.295를 사용(Lee et al., 2007)하여 변환하였으며, 그 단위는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타내었다. PM_{2.5} 농도 분포도는 Shapiro-Wilk test(W-test)를 통해 정규성을 검정하였으며, 통계분석은 SPSS(ver. 23.0), Microsoft Excel 2013을 이용하여 측정 장소별 농도 분포의 차이와 회귀분석을 실시하였으며, 누적확률 분포도는 SigmaPlot(ver. 10.0 for window, Sysstat Software, Inc., USA)을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 캠퍼스 주변 시설의 흡연실태 및 간접흡연 노출 수준

캠퍼스 주변 세 가지 종류의 시설을 대상으로 조사

한 흡연율은 Table 1에 나타난 바와 같이 당구장이 85%로 가장 높았으며, 호프집 10%, PC방 65%로 나타났다. 호프집과 PC방의 경우는 법규 제정을 통해 2015년 1월 1일부터 완전한 금연구역으로 지정되었음에도 불구하고 아직도 상당한 흡연이 이루어지고 있었으며, 금연구역으로 지정되고 있지 않은 당구장은 가장 높은 흡연율을 보였다. 창원 지역 호프집의 흡연율은 금연 관련 법률 시행 전인 2014년에 조사한 결과에서는 42%였으나(Kim et al., 2015), 법률 시행 후인 본 연구가 수행된 2015년에 10%로 32% 감소한 것으로 나타났다.

캠퍼스 주변 시설의 실내 공기 중 PM_{2.5}의 농도 분포는 W-test 결과 대수정규분포(log normal distribution)를 하고 있었으며, 각 시설별 누적확률분포도는 Figure 1과 같다. PM_{2.5}의 평균 농도 분포가 가장 높은 곳은 당구장으로 $134.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $8.9\sim277.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)였으며, PC방 $98.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $4.7\sim291.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 호프집 $29.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $5.9\sim74.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 나타났다. 세 가지 종류의 시설에서 PM_{2.5}의 농도 분포는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p<0.001$), 평균 농도로는 당구장이 가장 높았으나 측정 장소별로는 PC방에서 가장 높은 농도인 $291.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 보였다. 또한 당구장에서의 농도 분포가 호프집보다 약 4.6배 높게 나타났으며, 시설 내에서도 가장 높은 곳과 가장 낮은 곳의 농도 분포는 약 30배 정도의 차이가 있었다($p<0.001$). 금연법이 시행되기 전인 2014년에 수행한 연구(Kim et al., 2014)에서도 캠퍼스 주변 시설에 대해 PM_{2.5} 농도를 측정한 결과(중앙값) PC방 $180.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $24.5\sim273.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 호프집 $44.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $3.0\sim116.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 당구장 $41.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (범위 $23.2\sim241.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 보고하여, 본 연구와 비슷한 농도 범위(Table 1)를 보인 반면, 금연법 시행 전후에

Table 1. Summary of average PM_{2.5} concentrations and smoking conditions of sampling sites

Facility	No. of sites	Smoking observation, No. of venue (%)	Average No. of fan	Average volume, m ³	Smoking density (bc [*] /m ³)	PM _{2.5} concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
						AM [†]	GM [‡]	GSD [§]	Range
PC rooms	20	13 (65)	10.5	441.6	0.023	98.2	58.0	3.2	4.7~291.9
Pubs	20	2 (10)	4.4	345.3	0.0005	29.0	22.8	2.2	5.9~74.0
Billiards	20	17 (85)	5.9	451.2	0.017	134.2	101.8	2.4	8.9~277.5

* bc : No. of burning cigarettes,

† AM : Arithmetic Mean,

‡ GM : Geometric Mean,

§ GSD : Geometric Standard Deviation

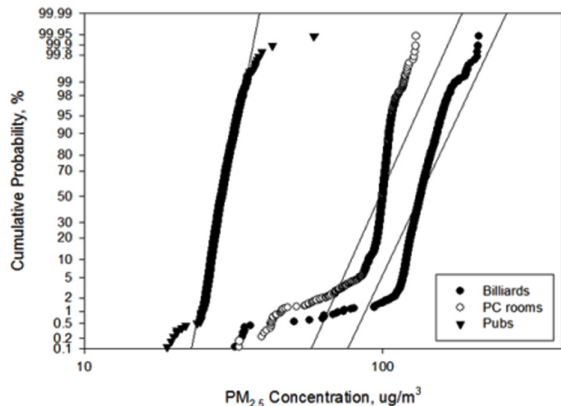


Figure 1. Comparison of the cumulative probability plots of PM_{2.5} concentrations in facilities

시설별 대포깃에서는 PC방과 당구장에서 큰 차이를 보였다.

PC방을 대상으로 한 흡연밀도와 PM_{2.5}농도 수준의 상관성을 확인하기 위해서 회귀분석 결과 결정계수 값이 0.55로 나타나 Figure 2에 나타난 바와 같이 어느 정도 상관성이 있는 것으로 파악되었다. 호프집을 대상으로 한 Kim et al.(2015)의 연구에서도 손님 수나 환기의 수보다는 흡연밀도와 더 높은 양의 상관관계($r=0.576$, $p<0.005$)를 보이며, 음의 상관관계를 나타낼 것으로 예상되는 환기구의 수는 비록 통계적 유의성은 낮지만 거의 관련성이 없는 것($r=0.003$, $p>0.05$)으로 나타나(Kim et al., 2015), PM_{2.5} 농도가 흡연상황을 가장 잘 반영하는 물질로 확인되었다.

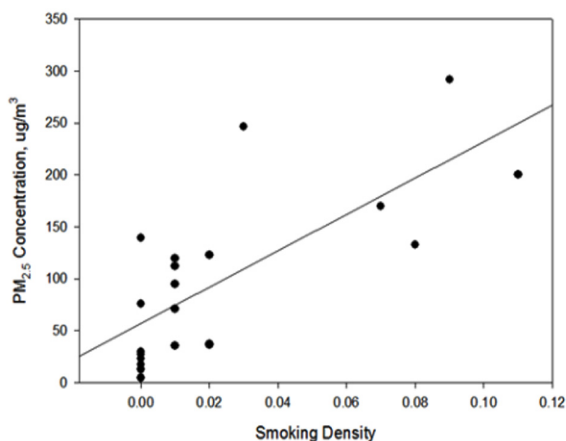


Figure 2. Regression analysis of PM_{2.5} levels and smoking densities in PC rooms($y=57.2+1746.6x$, $r^2=0.55$)

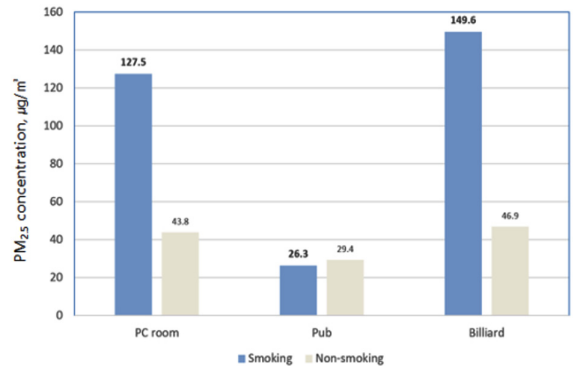


Figure 3. PM_{2.5} Average concentrations by smoking condition in PC rooms, pubs, and billiards

Figure 3에 나타난 바와 같이 흡연이 허용되는 PC방(20곳 중 13곳)의 평균 PM_{2.5} 농도는 127.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 흡연이 금지된 PC방의 농도(43.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$). 당구장의 경우도 흡연이 허용된 곳(20곳 중 17곳)에서는 149.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며 흡연이 허용되지 않는 곳은 약 3배 정도 낮은 46.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. 그러나 호프집의 경우는 흡연 영업소(26.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에서 비흡연 영업소(29.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 약간 낮은 농도 분포를 나타냈으나 시료수(2곳)가 적어서 통계적 차이의 유의성은 검정할 수는 없었다. 또한 창원 지역 호프집의 PM_{2.5} 평균 농도 수준은 2014년 108.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kim et al., 2015)보다 2015년 29.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 약 27% 수준으로 감소하였다. 이는 PC방보다 밀폐가 아닌 열린 공간이 더 많고 상대적으로 이용객 연령이 다양한 호프집에서 금연 정책이 점차 효력을 발휘하고 있는 것으로 파악된다.

간접흡연으로 인한 건강상의 피해를 예방하기 위하여 세계보건기구(WHO, 2005)에서 제안한 담배규제기본협약(FCTC)에 따라 우리나라에서도 건강에 대한 가치와 책임의식을 함양하여 건강에 관한 바른 지식을 보급하고 스스로 건강생활을 실천할 수 있는 여건을 조성하여 국민의 건강을 증진하기 위한 목적으로 국민건강증진법에 금연 관련 내용을 규정하고 있다(Ministry of Health & Welfare, 2016). 국민건강증진법에서는 「게임산업진흥에 관한 법률」에 따른 청소년 게임제공업소, 일반게임제공업소, 인터넷컴퓨터게임시설제공업소 및 복합유통게임제공업소 등 일명 PC방, 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」에 따른 체육시설로서 1천명 이상의 고객을 수용할 수 있는 체

육시설, 「식품위생법」에 따른 식품접객업 등에 대해서 금연구역으로 지정하고 있다. 그러나 소규모 체육 시설에 대해서는 금연 법규가 적용되지 않는다. 문화체육관광부(2015년)에 등록·신고된 시설 중 당구장은 약 2만 2천 개, 골프연습장 약 1만 개 등으로 많은 체육 시설들이 금연 대상에서 제외되어 있다.

당구장(체육시설에 포함되지 않아서 법 규정상 금연시설이 아님)에서는 흡연밀도가 PC방보다 더 낮게 나타났지만 오히려 PM_{2.5}의 농도분포는 더 높게 나타났다. 이는 PC방에서는 금연정책이 시행되고 있어서 상대적으로 강화된 관리대책(송풍기 수, 흡연실 설치 등)을 실행하고 있기 때문에 ETS의 농도분포가 상대적으로 더 낮게 나타난 것으로 생각된다. 당구장에서 일을 하는 비흡연 종업원들이나 이용객들은 흡연자들의 흡연에 의해 간접흡연에 노출될 수밖에 없으며 이로 인하여 불편감을 느끼게 되고 건강상의 악영향을 나타낼 수도 있기 때문에 금연이 제도적으로 빨리 시행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 최근에는 비흡연률이 높은 여성 동호인이 급증하고 있고, 사회의 건강에 대한 관심 증대로 이러한 소규모 체육시설에 대한 금연의 필요성이 강조되고 있다.

실제로 비흡연자들이 이러한 시설들을 이용할 때 흡연금지에 대해 지지하는 비율이 더 높게 나타나며(Kelly et al., 2009), 국제암연구소(IARC)에서도 금연 법과 관련한 보고서를 통해 작업장에서 금연을 통해 흡연자들의 담배 소비가 확실하게 줄었다는 충분한 증거가 있으며, 작업장의 금연을 통해 흡연자를 성공적으로 금연으로 이끌었다는 점과 젊은 청년층에서 담배 사용이 감소되었다는 강력한 증거가 있다고 보고한 바 있다(IARC, 2009). 우리나라 질병관리본부에서도 공공 실내 장소에서 금연 법규가 제정된 후 비흡연자의 간접 흡연율이 2013년 57.9%, 2014년 52.1%, 2015년 35.4%로 급감하고 있는 것으로 보고하였다(KCDC, 2016). 따라서 WHO FCTC에서 제안한 바와 같이 당구장과 같은 공공 실내 장소를 이용하거나 일을 하는 비흡연자들을 위해 간접흡연의 위험성을 인식할 수 있도록 교육과 홍보를 강화하고 금연 정책(법규)을 빨리 마련하여야 한다.

2. EPA의 AQI를 이용한 공기질 평가

EPA에서는 사람들에게 공기의 오염정도를 예보하

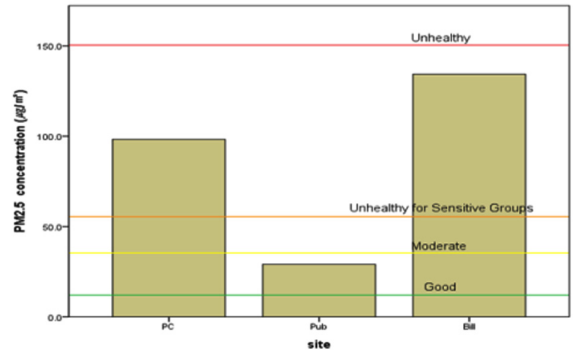


Figure 4. Assessment of indoor air quality of pubs, PC game rooms, and billiard around a university campus using Air Quality Index of EPA.

기 위하여 공기질 평가 기준(Air Quality Index, AQI)을 제시하고 있다(EPA, 2013). 이에 따르면 공기질을 미세먼지의 농도 분포를 기준으로 양호(good, 0~12.0 µg/m³), 적절(moderate, 12.1~35.4 µg/m³), 민감 그룹에 유해(unhealthy for sensitive groups, 35.5~55.4 µg/m³), 유해(unhealthy, 55.5~150.4 µg/m³), 매우 유해(very unhealthy, 150.5~250.4 µg/m³), 위험(hazardous, 250.5 µg/m³ 이상) 등 크게 6개 등급으로 구분하고 있다. 측정 대상 시설에 대해 실내공기 중 PM_{2.5} 농도 분포 수준이 24시간 노출된다는 가정 하에 실내공기질을 AQI에 따라 평가한 결과 당구장(134.2 µg/m³)과 PC방(98.2 µg/m³)은 유해 수준이었으며, 흡연율이 가장 낮았던 호프집(29.0 µg/m³)은 적절 수준으로 평가되었다(Figure 4). 그러나 흡연이 허용되고 있는 당구장의 경우에는 17개 영업장 중 5개(29%)가 매우 유해의 경계인 150.5 µg/m³를 초과하고 있어 금연 정책 도입이 시급함을 확인할 수 있었다. EPA에서 제시하고 있는 AQI는 일반 공기 중 입자상물질에 대한 사항이지만 본 연구에서 조사한 ETS에는 일반 입자상물질의 조성과는 다른 발암성물질 등 더 유해한 화학물질이 포함되어 있기 때문에 그 위해 정도가 더 크다고 할 수 있다.

캠퍼스 주변 시설의 미세먼지에 대해 24시간 유지된다는 가정 하에 공기질을 평가한 결과 세 곳 모두 미국 EPA의 NAAQS(National Ambient Air Quality Standards)의 24시간 평균 기준인 12 µg/m³을 초과하는 것으로 나타났다. 호프집을 제외한 PC방과 당구장의 경우는 미세먼지에 대한 우리나라 환경부 기준

(환경정책기본법)인 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 도 초과한 것으로 나타났다. 캠퍼스 주변 일부 PC방과 당구장의 경우 최고 5.8배, 5.5배 초과한 곳도 있었다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, ETS의 지표물질인 $\text{PM}_{2.5}$ 는 담배연기 외에도 실내외에서 연소 등의 매우 다양한 발생원이 있어서 그 농도 분포에 영향을 받을 수 있다는 점이다. 실내에 거주하는 사람의 수, 외기의 유입 정도, 음식물 조리나 청소 등과 같은 실내 활동, 온·습도와 같은 환경 인자 등이 미세먼지 농도 분포에 영향을 줄 수 있는 인자이다. 그러나 $\text{PM}_{2.5}$ 는 ETS와 유사한 건강상의 영향이나, 직독식 기기를 활용하여 측정할 수 있다는 점 때문에 간접 흡연의 지표물질로 인정받아 활용되고 있다(Fu et al., 2013). 또한 실내 흡연을 허용하는 점객업(호프집, 당구장, 카지노)을 대상으로 한 연구에 따르면 간접흡연이 실내의 호흡성 분진(respirable suspended particles) 농도 분포에 약 90~96%까지 기여한다고 보고하였다(Rapace, 2004).

둘째, 시료채취 기간이 대학생들의 이용률이 낮은 것으로 예상되는 시기(기말시험 및 방학)가 포함되어 있고 주중에만 시료채취가 이루어져 상대적으로 학생들의 이용률이 높은 학기 중이나 주말보다는 과소 평가된 결과일 수 있으므로 각 시설에 대한 대푯값을 확인하기 위해서는 시료 측정기간이나 시간대 등을 고려해야 할 것으로 판단된다. 향후 이들 다중이용시설의 영업소에 대해 간접흡연 실태를 지속적으로 모니터링 하여 금연 정책 이행률을 확인하고, 법규제를 강화해 나감으로써 국민의 건강수준을 증진할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 보다 신뢰성 있는 조사를 위해서 ETS에 특이성이 높은 지표물질을 중심으로 다양한 환경 요인을 고려한 연구들이 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

IV. 결 론

흡연율이 높은 대학생들이 많이 이용하는 PC방, 호프집 등의 시설이 국민건강증진법에 따라 2015년 1월부터 금연구역으로 확대되었다. 이에 따라 이들 시설들의 금연 정책이행률 정도를 파악하고, 아직 금연구역으로 지정되지 않은 체육시설 중 당구장에 대해 ETS 노출수준을 평가하기 위하여 2015년 10월

12일부터 12월 18일까지 약 2개월 동안 대학 캠퍼스 주변의 PC방, 호프집, 당구장 등 총 60곳의 실내·외 공간을 대상으로 ETS의 지표 물질인 $\text{PM}_{2.5}$ 의 농도분포를 조사하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 캠퍼스 인근 시설의 대상별 흡연율은 PC방 65%, 호프집 10%, 당구장 85%로 나타났다. 법규제가 이루어지지 않고 있는 당구장의 흡연율이 가장 높았으며, 법(금연)규제가 이루어지고 있는 PC방이나 호프집 일부에서는 여전히 흡연이 이루어지고 있었다.

둘째, 환경성담배연기의 지표물질인 $\text{PM}_{2.5}$ 의 농도 분포를 측정한 결과 PC방 $98.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 호프집 $29.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 당구장 $134.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타났다. AQI 평가 결과 호프집은 적절한 공기질을 유지하고 있었으나 PC방과 당구장은 건강에 유해한 수준으로 나타났다.

셋째, 호프집과 PC방의 경우 흡연이 확인된 영업소의 $\text{PM}_{2.5}$ 농도 수준이 흡연이 금지된 영업장 보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p < 0.05$).

넷째, 법규제에 따라 영업장에 대한 금연율이 증가하고 있고, 실내공기 중 $\text{PM}_{2.5}$ 의 농도 분포도 감소하고 있는 것으로 나타나 금연정책이 효과가 있는 것으로 판단된다.

다섯째, ETS의 농도 수준이 가장 높은 것으로 나타난 당구장에 대해 이용객과 종업원의 간접흡연을 예방하고, 건강을 보호하기 위해서 국민건강증진법의 금연 규제 대상을 확대할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2015~2016년도 창원대학교 자율연구과제 연구비 지원으로 수행된 연구결과임.

References

- Barnoya J, Navas-Acien A. Protecting the World From Secondhand Tobacco Smoke Exposure: Where Do We Stand and Where Do We Go From Here?. *Nicotine & Tobacco Research* 2013;15(4):789-804
- Centers for Disease Control and Prevention(CDC). Smoke-free policies reduce smoking - smoking & tobacco use-smoking and tobacco use. 2016. Available from: http://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_

- sheets/secondhand_smoke/protection/reduce_smoking
- Fu M, Martinez-Sanchez J, Galan I. Perez-Rios M, Sureda X, et al.. Variability in the correlation between nicotine and PM_{2.5} as airborne markers of second-hand smoke exposure.” *Environmental Research* 2013;127:49-55
- Kelly BC, Weiser JD, Parsons JT. Smoking and attitudes on smoke-free air laws among club-going young adults. *Soc Work Public Health* 2009;24(5):446-453
- Kim B, Yun D, Kim S. Assessment of secondhand smoke exposure levels by measuring PM_{2.5} concentration at various smoking hotspot places inside and outside campus. *Journal of the Korean Society for Research on Nicotine and Tobacco*. 2014;5(2):76-85
- Kim J, Lim C, Lee D, Kim H, Guak S, et al.. Indoor PM_{2.5} Concentrations in Different Sizes of Pubs with Non-comprehensive Smoke-free Regulation. *J Environ Health Sci* 2015;41(2):126-132
- Korea Center for Disease Control and Prevention(KCDC). Health statistics 2015: Korea national health and nutrition examination survey.; 2016. Available from: <http://kostat.go.kr/wsearch/search.jsp>
- International Agency for Research on Cancer(IARC). There is sufficient evidence that involuntary smoking (exposure to secondhand or ‘environmental’ tobacco smoke) causes lung cancer in humans.; 2004
- International Agency for Research on Cancer(IARC). IARC Handbooks of cancer prevention, tobacco control, Vol. 13: evaluating the effectiveness of smoke-free policies. France.; 2009
- Lee K, Hahn E, Riker C, Head S, Seithers P. Immediate impact of smoke-free laws on indoor air quality. *Southern Medical Journal* 2007;100(9):885-889
- Ministry of Health & Welfare. Law for the Promotion of Nation’s Health Enforcement Ordinance Article 6(implemented 2016. 9. 3.). Republic of Korea. 2016. Available from: <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=181391&efYd=20160903#0000>
- Repace J. Respirable particles and carcinogens in the air of delaware hospitality venues before and after a smoking ban. *ACOEM* 2004;46(9):887-905
- Surgeon General of the United States. The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke: A Report of the Surgeon General. 2006-06-27. Retrieved 2012-07-24. Secondhand smoke causes premature death and disease in children and in adults who do not smoke.; 2012
- US Environmental Protection Agency(EPA). Federal Register, Vol 78, No. 10, Tuesday January 15, 2013 ; National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter.; 2013. p. 3085-3287
- WHO Document Production Services. WHO Framework Convention on Tobacco Control. Switzerland.; 2005. Available from: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42811/1/9241591013.pdf>