

커피전문점에서 흡연 및 금연구역의 분리형태에 따른 PM_{2.5} 농도 비교

염지선 · 황윤형 · 서수연 · 김태현 · 이기영[†]
서울대학교 보건대학원 환경보건학과 및 보건환경연구소
(2011. 1. 11. 접수/2011. 1. 27. 수정/2011. 2. 10. 채택)

Comparison of PM_{2.5} Concentrations in Smoking and Non-smoking Areas by Division System in Coffee Shops

Jiseon Yeom · Yunhyung Hwang · Sooyun Seo · Taehyun Kim · Kiyoung Lee[†]

Department of Environmental Health and Institute of Health and Environment,
Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul, Korea
(Received January 11, 2011/Revised January 27, 2011/Accepted February 10, 2011)

ABSTRACT

Under the Enforcement Rules of the National Health Promotion Act, smoking areas in coffee shops in Korea should be divided off from other areas. The effect on indoor air quality of different division types for smoking areas was evaluated. Using real-time monitors, fine particulate matter <2.5 μm in diameter (PM_{2.5}) concentrations were measured simultaneously in the smoking and non-smoking areas of 30 coffee shops in Seoul. Average PM_{2.5} concentrations in smoking and non-smoking areas were 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively; significantly different. Average PM_{2.5} concentrations in non-smoking areas were 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the glass-wall type and 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in the separate-floor type. These PM_{2.5} levels were above the US national ambient air quality standard of 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Although indoor PM_{2.5} levels in non-smoking areas were reduced by the division, the rates of reduction were not significantly different by division type. Our results demonstrated that PM_{2.5} from smoking areas can infiltrate into non-smoking areas. Therefore, a complete indoor smoking ban in coffee shops is the only way to protect customers and workers in non-smoking areas.

Keywords: secondhand smoke, indoor smoking, coffee shop, division type, PM_{2.5}

I. 서 론

간접흡연(secondhand smoke, SHS)은 타인의 흡연에 의한 담배연기에 노출되는 것을 뜻하며 환경성흡연(environmental tobacco smoking, ETS) 또는 비자발적 흡연(involuntary smoking)이라고도 불린다.¹⁾ 담배연기는 4,000가지 이상의 화학물질과 50종 이상의 발암성 물질을 포함하고 있으며, 어린이들에게 만성적인 호흡기 질환, 폐기능의 감소와 비흡연자의 폐암 위험을 증가시켜 미국에서만 매년 3천 명이 간접흡연으로 인한

폐암으로 사망한다고 보고되고 있다.^{1,2)} 이러한 간접흡연의 피해를 줄이기 위한 방법으로 유럽의 여러 나라와 미국의 일부 주에서는 공공장소에서의 전면적인 실내금연을 법으로 정하고 있다. 이러한 실내금연법의 실내오염 감소 효과에 대한 연구는 이미 많이 진행되었다. 이탈리아 로마의 식당 및 바 40곳에서 실내금연법 시행 전후의 PM_{2.5} 농도를 측정된 결과 법 시행 전 119 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 시행 후 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 농도가 감소하였다.³⁾ 미국 켄터키주의 식당과 볼링장 9곳의 PM_{2.5} 농도는 실내금연법 시행 전 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 시행 후 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 79% 감소하여 실내금연법 시행이 간접흡연의 노출을 줄이는데 매우 효과적임을 보여준다.⁴⁾

우리나라에서는 2003년부터 국민건강증진법에 의해 공중이용시설 전체를 금연구역으로 지정하거나 해당시설을 흡연구역과 금연구역으로 구분하여 지정 운영하

[†]Corresponding author : Department of Environmental Health and Institute of Health and Environment, Graduate School of Public Health, Seoul National University
Tel: 82-2-880-2735, Fax: 82-2-745-9104
E-mail : cleanair@snu.ac.kr

도록 하고 있으며, 식품접객업의 경우 영업장의 넓이가 150 m² 이상인 곳이 적용된다. 식품접객업에 해당되는 커피전문점은 2000년대 들어 식생활 문화가 서구화되면서 커피 소비가 현저히 늘어, 그 수도 빠르게 증가하고 있는 실정이다.⁵⁾ 젊은이들이 많이 이용하는 커피전문점은 일반적으로 오랜 시간 동안 머무르며 흡연이 자유로운 편이다. 이러한 분위기 때문에 커피전문점에서는 흡연자가 많아 대부분의 커피전문점은 흡연구역을 마련하고 있다. 국내 커피전문점들의 흡연구역 분리형태는 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 동일 층에서 차단벽(대부분 유리소재)으로 구분하는 형태, 두 번째는 동일 건물에서 흡연층과 금연층으로 분리하는 형태, 마지막으로 건물의 외부 공간에 흡연구역을 마련하는 형태이다.

부분적인 금연의 실시는 전면적인 금연에 비해 그 효과가 현저히 적은 것으로 알려져 있다. 스위스에서 흡연구역의 분리형태가 다른 식당 및 바, 카페 124곳에서 PM_{2.5}의 농도를 측정 한 결과 전면적인 실내금연인 경우 농도는 25 µg/m³, 실내흡연이 자유로운 경우 농도는 185 µg/m³이었다. 분리형태에 따라 금연구역에 흡연실이 따로 있는 경우 PM_{2.5} 농도는 57 µg/m³로 전면적인 실내금연인 경우보다 약 2배 높았으며, 금연구역과 흡연구역이 같은 공간에 있는 경우 금연구역의 농도는 96 µg/m³로 전면적인 실내금연인 경우보다 약 4배 가량 높았으며, 흡연구역은 151 µg/m³로 나타났다.⁶⁾ 이는 흡연구역과 금연구역이 분리되어 있어도 담배연기의 차단 효과는 높지 않음을 나타낸다. 흡연구역과 금연구역이 물리적으로 분리가 되어 있는 경우 차단 효과는 여러 요인에 영향을 받을 수 있으며 이에 대한 연구가 더 필요하다.

본 연구에서는 커피전문점의 흡연구역 분리형태에 따른 흡연구역과 금연구역의 PM_{2.5} 농도수준과 금연구역으로 유입되는 담배연기의 감소율을 이용하여 분리형태에 따른 담배연기의 차단효과를 비교하고자 한다. PM_{2.5}는 공기역학적 직경이 2.5 µm 이하인 입자들을 말하며 실내에서 많은 발생원들을 가지고 있으나, 특히 간접흡연에 의해 많은 양이 발생되므로 실내 간접흡연의 지표로 사용되고 있다.⁷⁾

II. 연구방법

본 연구에서는 2010년 5월 22일부터 6월 3일까지 서울시내 커피전문점 30곳을 대상으로 흡연구역과 금연구역의 PM_{2.5} 농도를 동시에 측정하였다. 커피전문점은 흡연구역 분리형태에 따라 구분하였다. 흡연구역이

금연구역과 유리벽으로 분리되어 있으며 금연구역으로 통하는 문이 있는 커피전문점 15곳을 선정하였다(유리벽분리). 서로 다른 층으로 분리된 커피전문점 15곳은 아래층이 금연구역, 위층이 흡연구역으로 분리되어 있었다(층분리). 흡연구역이 건물 외부에 별도로 마련되어 있는 커피전문점은 실내공간으로 보기 어려워 조사 대상에서 제외하였다. PM_{2.5}의 측정은 커피전문점의 이용객이 많을 것으로 예상되는 주말의 오전 11시부터 오후 11시 사이에 이루어졌다.

PM_{2.5} 측정은 광산란 측정기인 Sidepak(Model AM510, TSI Inc., MN, USA)를 이용하였으며, PM_{2.5} impactor를 통해 공기역학적 직경이 2.5 µm보다 큰 입자를 제어하고 1분 간격으로 농도를 측정하였다. 각 측정지점에서 측정을 시작하기 전 zero filter를 이용해서 zero calibration을 실시하였으며 유량은 1.7 l/min으로 유지하였다.

실내로 유입되는 PM_{2.5}의 농도수준을 파악하기 위하여 커피전문점의 외기를 대표할 수 있는 지점에서 15분 동안 측정 한 후 커피전문점 실내로 들어가 흡연구역과 금연구역에서 동시에 60분 동안 PM_{2.5} 농도를 측정하였으며, 실내 측정이 끝난 후 다시 외기의 농도를 15분 동안 측정하였다. 외기에서는 두 대의 기기를 같은 장소에 설치하여 측정하였으며, 실내에서는 각각의 기기를 흡연구역과 금연구역에 한 대씩 설치하여 동시에 PM_{2.5}를 측정하였다. 실내에서 PM_{2.5} 측정은 흡연구역과 금연구역 각각의 중앙지점에서 이루어지도록 하였으며 환기설비, 냉·난방 장치의 영향 및 담배연기의 직접적인 영향을 받지 않는 곳으로 선정하였다.

측정하는 모든 장소에서 온도와 습도의 측정이 동시에 이루어졌으며 이 외에도 PM_{2.5}의 농도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상되는 흡연구역에서 피워지는 담배개수, 흡연구역과 금연구역의 이동하는 사람 수, 각 구역의 총 인원을 1분 단위로 계수하였으며 흡연구역의 면적과 부피도 조사하였다.

측정 당시 유리벽분리 커피전문점 한 곳은 한 쪽 벽면 전체가 창문이며, 창문이 열려 있어 흡연구역을 실내공간으로 보기 어려워 데이터 분석에서 제외하였다. 측정된 PM_{2.5} 농도는 변환계수 0.295를 이용하여 보정하였으며⁸⁾ 데이터 분석은 SAS 9.1 통계프로그램(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다. 흡연밀도는 측정시간 동안 단위 부피(100 m³) 당 피운 담배개수를 의미하는 것으로 흡연과 PM_{2.5} 농도의 상관성을 보여주는 지표로 사용되었다. 본 연구에서는 60분 측정기간 동안 1분 단위로 계수한 담배개수의 평균을 흡연구역 부피로 나누어 흡연밀도를 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 측정된 커피전문점의 특성

본 연구에서 측정된 커피전문점 29곳의 평균 온도는 24°C, 습도는 51%였으며, 흡연구역과 금연구역의 온도와 습도는 차이가 없었다. 흡연구역의 평균 이용자는 13명, 금연구역의 평균 이용자는 20명으로 금연구역의 이용자가 흡연구역보다 많았다. 흡연구역의 면적은 유리벽분리 16 m², 층분리 29 m²로 층분리 커피전문점의 흡연구역 면적이 넓었으며, 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다(p<0.05). 유리벽분리의 경우 한 층이 흡연구역과 금연구역으로 분리되어 있어 층분리 커피전문점에 비해 흡연구역의 면적이 상대적으로 좁았다. 측정 기간 동안 금연구역에서의 흡연은 관찰되지 않았으며, 흡연밀도는 유리벽분리 커피전문점은 100 m³당 3.68개 피, 층분리의 경우 2.18개피로 유리벽분리 커피전문점의 흡연밀도가 높았으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

2. 흡연 및 금연구역의 PM_{2.5} 농도

서울시내 커피전문점 29곳의 PM_{2.5} 평균농도는 흡연구역 132±94 µg/m³, 금연구역 52±50 µg/m³이며 흡연구역과 금연구역의 PM_{2.5} 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.001). 외기의 PM_{2.5}농도는 24±19 µg/m³으로 실내농도에 비해 유의하게 낮았다(p<0.001).

Fig. 1은 흡연구역의 분리형태에 따른 흡연구역과 금연구역의 PM_{2.5} 농도를 보여준다. 유리벽분리의 경우 흡연구역의 농도는 120±94 µg/m³이고 금연구역의 농도는 39±41 µg/m³이었다. 층분리 커피전문점의 흡연구역 농도는 142±96 µg/m³이고 금연구역의 농도는 64±56 µg/m³이었다. 각각의 분리형태에서 흡연구역과 금연구

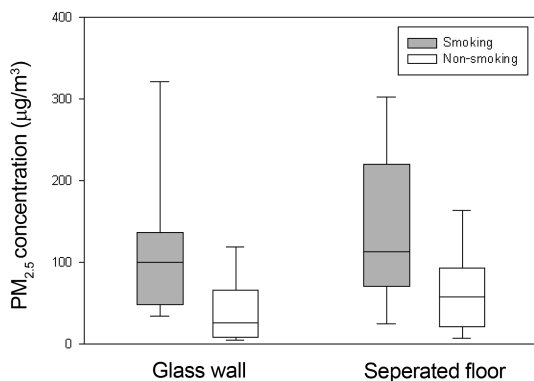


Fig. 1. PM_{2.5} concentration in smoking and non-smoking areas by the division types.

역의 PM_{2.5} 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 유리벽분리 커피전문점의 경우 흡연밀도가 층분리 보다 높고 면적이 작아서 PM_{2.5} 농도가 높을 것으로 예상되었지만 유리벽분리 커피전문점에서 흡연구역과 금연구역의 PM_{2.5} 농도는 층분리의 경우보다 낮았다. 그러나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.1989). 이는 이번 연구에서는 조사하지 않았지만 환기율 등의 영향 때문인 것으로 생각되어 차후 연구에서는 환기율을 고려한 연구가 필요하다.

국내에는 실내 PM_{2.5} 농도의 기준이 설정되어있지 않으므로 커피전문점의 PM_{2.5} 농도를 미국의 대기 중 24시간 PM_{2.5} 농도 기준(National Ambient Air Quality Standard, NAAQS)인 35 µg/m³과 비교하였다. 커피전문점 29곳 중 흡연구역 26곳(90%), 금연구역 14곳(48%)이 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 분리형태에 따라 흡연구역은 유리벽분리 13곳(93%), 층분리 13곳(87%)에서 기준을 초과하였으며, 금연구역은 유리벽분리 5곳(36%), 층분리 9곳(60%)이 기준을 초과하였다. 커피전문점의 기준 초과율은 다른 실내 공간인 PC방 보다 높게 나타났다. 한국의 PC방 28곳의 흡연구역 평균 PM_{2.5} 농도는 70 µg/m³로 75%가 기준을 초과하였으며, 금연구역의 평균 PM_{2.5} 농도는 34 µg/m³로 39%가 기준을 초과한 것으로 조사되었다.⁹⁾

3. 흡연구역의 분리형태에 따른 감소율

흡연구역의 분리형태에 따른 담배연기의 차단효과를 비교하기 위하여 담배연기의 감소율을 계산하였다. 담배연기의 감소율은 흡연구역의 담배연기가 금연구역으로 유입될 때 얼마나 감소되는지를 나타낼 수 있으며 계산방법은 아래와 같다.

$$\text{감소율}(\%) = \frac{\text{흡연구역}(\text{PM}_{2.5} \text{ 농도}) - \text{금연구역}(\text{PM}_{2.5} \text{ 농도})}{\text{흡연구역}(\text{PM}_{2.5} \text{ 농도})}$$

유리벽분리 커피전문점에서 담배연기 감소율은 15-92%의 범위에서 나타났으며 평균적으로 52%의 감소율을 보였다. 층분리의 경우 평균 감소율은 42%였으며, 감소율의 범위는 7-93%였다. 분리형태에 따른 감소율은 약간의 차이를 보였지만 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않아 분리형태에 따라 금연구역으로 유입되는 담배연기의 감소율은 차이가 없는 것으로 판단된다. 분리형태에 따라 감소율의 차이가 나타나지 않는 결과는 다른 연구에서도 확인된다. 한국 PC방의 흡연구역 분리형태는 차단벽 미설치, 차단벽설치, 층분리로 구분되는데, 분리형태에 따른 담배연기의 감소율은 차

단벽 미설치 26%, 차단벽설치 40%, 충분리 63%로 나타났다. 본 연구에서는 유리벽분리의 감소율이 충분리보다 약간 높았으나, PC방의 경우 충분리의 감소율이 가장 높았다. 그러나 커피전문점과 PC방 모두에서 분리형태에 따른 감소율은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.¹⁰⁾

4. 실시간 PM_{2.5} 농도와 흡연밀도 비교

Fig. 2는 유리벽분리 커피전문점 중에서 흡연구역과 금연구역의 농도패턴이 다른 두 곳을 선정하여 PM_{2.5}의 실시간 농도변화와 흡연밀도를 나타낸 예이다. 실선은 흡연구역의 PM_{2.5} 농도를, 점선은 금연구역의 PM_{2.5} 농도를 나타내며 막대그래프는 각 시간에 해당되는 흡연 밀도를 나타낸다. (a)의 경우 10분, 20분, 35분, 40분경에 흡연구역의 농도가 증가하고 이와 동일한 시간에 금연구역의 농도도 함께 증가하는 경향을 보인다. 또한 15분과 53분경에 흡연구역과 금연구역의 농도가 동시에 감소한다. 이 예는 흡연구역의 담배연기가 금연구역으로 유입되어 금연구역의 PM_{2.5} 농도에 영향을 미치는

것을 명확히 보여준다. 흡연구역과 금연구역의 농도변화가 비슷한 경향을 나타내는 커피전문점은 14곳 중 10곳이었으며 이러한 결과는 기존 연구에서도 확인된 바 있다. 미국의 공항로비에 설치된 흡연실의 내부와 외부에서 PM_{2.5}의 농도를 측정된 결과 흡연실에서 흡연이 이루어질 때 흡연실 내부와 외부의 PM_{2.5} 농도가 동시에 증가하는 경향을 보였다.¹¹⁾ (b)의 경우 (a)와 달리 흡연구역의 농도가 변화하여도 금연구역의 농도가 일정하게 유지되고 있는 것을 보여준다. 그래프에서 흡연구역의 PM_{2.5} 농도는 8분, 35분, 55분경에 증가하지만 금연구역의 농도는 약 5 μg/m³로 일정하게 유지되고 있다. 이는 금연구역이 흡연구역의 PM_{2.5}에 영향을 받지 않는 것을 보여준 예이다. 이런 관계는 유리벽분리 커피전문점 14곳 중 4곳에서 보여진다. 흡연구역의 분리형태가 같아도 금연구역의 농도변화 경향은 다르게 나타났으며, 추후 이러한 차이의 원인을 밝히는 연구가 필요하다.

Fig. 3은 충분리 커피전문점 중에서 흡연구역과 금연구역의 농도패턴이 다른 두 곳을 선정하여 흡연구역과

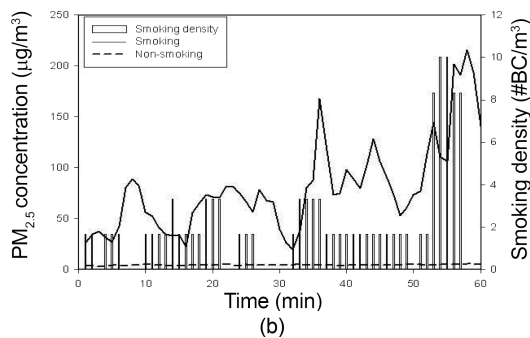
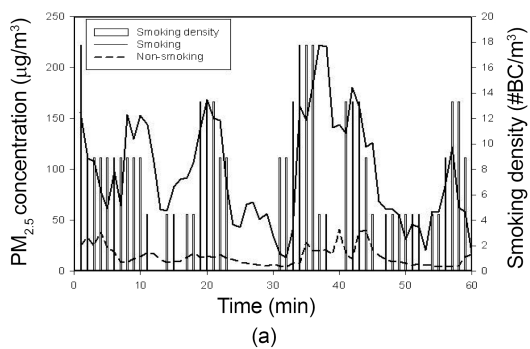


Fig. 2. Temporal profiles of PM_{2.5} concentrations and smoking density in glass wall type coffee shops. (a) Example of similar PM_{2.5} concentrations in smoking and non-smoking areas, (b) Example of different PM_{2.5} concentrations in smoking and non-smoking areas.

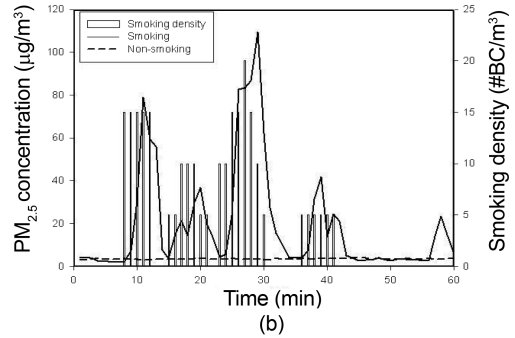
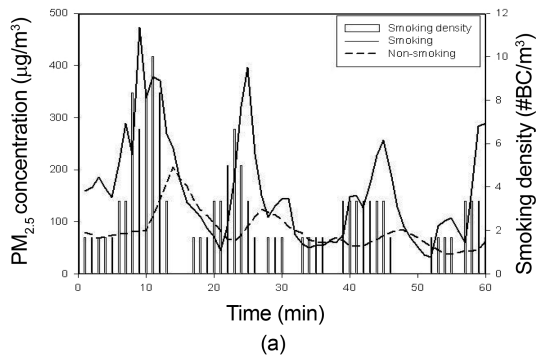


Fig. 3. Temporal profiles of PM_{2.5} concentrations and smoking density in separated floor type coffee shops. (a) Example of similar PM_{2.5} concentrations in smoking and non-smoking areas, (b) Example of different PM_{2.5} concentrations in smoking and non-smoking areas.

금연구역의 $PM_{2.5}$ 의 농도와 흡연밀도를 나타낸 예이다. (a)의 경우 8분, 25분, 45분경에 흡연구역의 농도가 증가하고 약 5분 후 금연구역의 농도가 증가한다. 흡연구역의 농도변화와 약간의 시간 차이를 두고 금연구역의 농도가 변화하는 것은 흡연구역이 층으로 분리되어 있어 담배연기가 금연구역에 유입되기까지 시간이 소요되기 때문인 것으로 생각된다. (a)와 같이 흡연구역과 금연구역의 농도변화가 비슷하게 나타나는 경우는 흡연구역의 입구에 별도의 유리문이 없는 곳으로 15곳 중 10곳이 이에 해당된다. (b)에서는 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도가 10분, 20분, 30분, 38분경에 증가하고 있지만 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도는 60분 동안 약 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준을 일정하게 유지하고 있다. 이러한 경향은 흡연구역의 입구에 유리문이 있는 커피전문점 5곳에서 같은 경향을 보이는데 이는 흡연구역 입구의 유리문이 담배연기가 금연구역으로 유입되는 것을 차단하기 때문인 것으로 생각된다. 흡연구역의 입구에 유리문이 없는 경우와 있는 경우 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도는 차이를 보인다. 유리문이 없는 경우 금연구역의 $PM_{2.5}$ 평균 농도는 $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유리문이 있는 5곳의 평균농도인 $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 약 5배 높으며 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다 ($p < 0.05$).

흡연이 이루어지는 실내의 $PM_{2.5}$ 농도는 흡연밀도와 상관성이 있는 것으로 여러 연구에 나타났다. 기존의 연구방법은 $PM_{2.5}$ 의 평균농도를 이용하여 흡연밀도와와의 관계를 나타내는 것으로 이러한 예로 아시아 7개국의 식당, 카페, 바 등 139곳의 다양한 실내에서 $PM_{2.5}$ 농도를 5단계의 흡연밀도로 나누어 상관성을 제시한 연구가 있다.¹²⁾ 그 결과 흡연밀도가 0인 경우 $PM_{2.5}$ 의 농도는 $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 0에서 0.5 사이에 있는 경우 $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 0.5에서 1 사이의 경우 $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1에서 2 사이는 $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2 이상인 경우 $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다($p < 0.01$). 또 다른 연구에서는 미국의 식당, 커피전문점 등 10곳의 $PM_{2.5}$ 농도를 3단계의 흡연밀도로 나누어 관계를 파악하여 흡연밀도가 증가함에 따라 $PM_{2.5}$ 의 농도가 증가하는 선형관계를 제시하였다 ($p = 0.001$).⁸⁾

본 연구의 결과에서 실내 $PM_{2.5}$ 농도와 흡연밀도는 통계적으로 상관관계가 나타나지 않았지만, 실시간 그래프를 통해 실내 $PM_{2.5}$ 농도와 흡연밀도의 상관성을 확인할 수 있었다. Fig. 2와 Fig. 3에서 흡연밀도가 높을수록 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도가 증가하는 것을 볼 수 있다. Fig. 2의 (a)에서 33분경 흡연밀도가 100m^3 당 18개피로 가장 높고 직후인 35분경에 흡연구역의 농도가 최고치를 나타나는 것을 볼 수 있다. (b)에서도 55

분경에 흡연밀도가 100m^3 당 10개피로 가장 높을 때 농도가 가장 높은 것을 확인할 수 있다. Fig. 3도 이와 같은 결과를 보여 (a)에서는 10분경에 (b)에서는 30분경에 흡연밀도와 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도가 가장 높게 나타난다. 이러한 흡연밀도와 $PM_{2.5}$ 의 상관성은 기존의 연구결과에서도 보여진다. 밴쿠버의 흡연구역과 금연구역이 나누어져 있는 식당 11곳의 금연구역에서 6시간 동안 $PM_{2.5}$ 농도를 측정된 결과 흡연구역에서 담배를 피울 때 마다 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도가 증가하는 것을 보여 흡연이 실내 $PM_{2.5}$ 농도 증가의 원인임을 보여준다.¹³⁾

본 연구는 측정 시기가 여름에 가까워 커피전문점의 창문 또는 출입구가 열려 있는 경우가 많았으며, 특히 흡연구역의 창문이 열려 있는 모습이 많이 관찰되었다. 이런 상황은 실내 미세먼지의 농도를 낮출 수 있으므로 흡연구역과 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도가 과소평가 될 수 있다. 특히 겨울 등 자연환기가 적어지는 기간에는 본 연구에서 측정된 수준 보다 더 높은 농도가 관찰될 수 있다. 대부분의 커피전문점에서는 환기시설을 작동하고 있었으나, 본 연구에서는 환기시설의 작동여부와 환기율을 고려하지 못하였다. 이는 분리형태에 따른 담배연기의 감소율을 평가하는데 영향을 미칠 수 있는 요인이므로 추후 연구에서는 자연환기와 기계환기의 환기율을 고려하여야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다. 첫째, 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도는 외기보다 5배, 금연구역보다 2.5배 높게 나타났으며, 흡연구역과 금연구역의 농도차이는 통계적으로 유의하였다.

둘째, 분리형태에 따른 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도차이는 통계적으로 유의하지 않았으며, 금연구역으로 유입되는 담배연기의 감소율을 비교한 결과 유리벽분리 커피전문점에서 층분리 형태 보다 감소율이 다소 높았으나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

셋째, 실시간 농도변화 그래프 결과 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도는 흡연이 이루어지는 시점에 증가하여 흡연이 실내 $PM_{2.5}$ 의 주 원인을 알 수 있었고, 금연구역의 $PM_{2.5}$ 농도는 흡연구역의 $PM_{2.5}$ 농도에 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

국내의 커피전문점들은 대부분은 유리벽분리, 층분리 방법을 이용하여 흡연구역과 금연구역을 분리하여 운영하고 있으나, 두 방법 모두 흡연구역의 담배연기를 완벽히 차단하지 못하여 금연구역 이용자들을 간접흡

연으로부터 보호하지 못하고 있다. 따라서 금연구역을 이용하는 비흡연자들의 건강보호를 위하여 실내에서 흡연구역과 금연구역의 완벽한 공간적 분리가 필요하며, 간접흡연을 막을 수 있는 최선의 방법은 전면적인 실내금연이다.

감사의 글

이 연구는 서울대학교 보건대학원 노출평가개론의 과제로 진행된 연구임.

참고문헌

1. Jaakkola, M. S. and Jaakkola, J. J. K. : Assessment of exposure to environmental tobacco smoke. *European Respiratory Journal*, **10**(10), 2384-2397, 1997.
2. Rothberg, M., Heloma, A., Svinhufvud, J., Kahkonen, E. and Reijula, K. : Measurement and analysis of nicotine and other VOCs in indoor air as an indicator of passive smoking. *Annals of Occupational Hygiene*, **42**(2), 129-134, 1998.
3. Valente, P., Forastiere, F., Bacosi, A., Cattani, G., Di Carlo, S., Ferri, M., Figa-Talamanca, I., Marconi, A., Paoletti, L., Perucci, C. and Zuccaro, P. : Exposure to fine and ultrafine particles from secondhand smoke in public places before and after the smoking ban, Italy 2005. *Tobacco Control*, **16**(5), 312-317, 2007.
4. Lee, K., Hahn, E. J., Riker, C., Head, S. and Seithers, P. : Immediate impact of smoke-free laws on indoor Air Quality. *Southern Medical Journal*, **100**(9), 885-889, 2007.
5. Choi, Y.-S., Kim, Y.-T. and Jhee, O.-H. : A study on university students' coffee shop use in the Seoul Area. *The Korean Journal of Culinary Research*, **15**(1), 287-295, 2009.
6. Huss, A., Kooijman, C., Breuer, M., Böhler, P., Znd, T., Wenk, S. and Rççsli, M. : Fine particulate matter measurements in Swiss restaurants, cafe's and bars: What is the effect of spatial separation between smoking and non-smoking areas? *Indoor Air*, **20**(1), 52-60, 2010.
7. Klepeis, N. E., Apte, M. G., Gundel, L. A., Sextro, R. G. and Nazaroff, W. W. : Determining size-specific emission factors for environmental tobacco smoke particles. *Aerosol Science and Technology*, **37**(10), 780-790, 2003.
8. Lee, K., Hahn, E. J., Pieper, N., Okoli, C. T. C., Repace, J. and Troutman, A. : Differential impacts of smoke-free laws on indoor air quality. *Journal of Environmental Health*, **70**(8), 24-30, 2008.
9. Kim, S., Sohn, J. and Lee, K. : Exposure to particulate matters (PM_{2.5}) and airborne nicotine in computer game rooms after implementation of smoke-free legislation in south Korea. *Nicotine & Tobacco Research*, **12**(12), 1246-1253, 2010.
10. Sohn, H., Oh, A., Kim, O. and Lee, K. : Secondhand smoke exposure in commercial personal computer rooms. *Journal of Environmental Health Sciences*, **36**(4), 288-293, 2010.
11. Lee, K., Hahn, E. J., Robertson, H. E., Whitten, L., Jones, L. K. and Zahn, B. : Air quality in and around airport enclosed smoking rooms. *Nicotine & Tobacco Research*, **12**(6), 665-668, 2010.
12. Lee, J., Lim, S., Lee, K., Guo, X., Kamath, R., Yamato, H., Abas, A. L., Nandasena, S., Nafees, A. A. and Sathiakumar, N. : Secondhand smoke exposures in indoor public places in seven Asian countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **213**(5), 348-351, 2010.
13. Brauer, M. and Mannefje, A. : Restaurant smoking restrictions and environmental tobacco smoke exposure. *American Journal of Public Health*, **88**(12), 1834-1836, 1998.