

## AB1)

## 사무실 환경에서의 간접흡연 노출량 측정

### Measurement of Environmental Tobacco Smoke in Office Environments

백성옥 · 박상곤<sup>1)</sup> · 황승만 · 정진옥 · 김미현 · 박지혜

영남대학교 환경공학과 대기오염연구실 · <sup>1)</sup>해천대학 환경관리과

#### 1. 서 론

흡연 당사자의 직접흡연이 이와 관련한 발병률과 사망률의 주요 원인이 되어 왔다는 것은 여러 연구 조사자료에 보고되어 왔다. 그러나 최근 들어 담배연기에 대한 비흡연자의 비자의적인 노출 즉, 환경담배연기(Environmental Tobacco Smoke, 이하 ETS)로 인한 보건학적 위해성에 대한 논란이 제기되면서 간접흡연은 새로운 사회문제로 대두되고 있다(Surgeon General, 1986). 1986년에 미국 National Research Council은 미국 내에서 연간 3000명에 달하는 폐암의 발생이 ETS에 대한 노출에서 기인한다고 발표한 바 있으며(NRC, 1986), 이를 근거로 1990년대 초에 미국 EPA와 NIOSH에서는 세계최초로 ETS를 인체발암성물질로 규정한 바 있다(NIOSH, 1991; USEPA, 1992).

우리 나라에서도 최근 들어 쾌적한 삶의 질을 추구하는 국민의식의 제고와 비흡연자들의 간접흡연에 대한 관심이 고조되면서 정부에서는 1995년 9월 국민건강증진법을 발효하여 공공장소 등에서의 흡연을 규제하고, 흡연구역 설치를 의무화한 바 있다. 그러나 일부 공공시설뿐만 아니라 일반 민간 사무실에서 불성실한 이행으로 여전히 간접흡연으로 인한 영향은 배제할 수 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 대도시 지역에 위치한 사무실에서의 비흡연 근무자를 대상으로 ETS의 주요 성분에 대한 개인피폭량을 결정하고 나아가 ETS가 사무실내 실내공기질에 미치는 영향을 정량화 하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 대구 및 대전지역에 위치한 60~65개 사무실을 선정하여 이를 흡연허용(smoking allowed)과 금연(smoking not allowed) 그룹으로 양분하여 일반적인 근무 시간대인 오전 9시부터 오후 6시까지 최소 8시간 동안 2개의 장소에서 동시에 시료를 채취하였다. 또한 하절기와 동절기로 구분하여 하절기 시료는 1999. 8.11~9. 2, 동절기 시료는 1999.12. 2~2000. 1. 7까지 각각 채취하였다.

RSP(Respirable Suspended Particles, 이하 RSP) 및 기체상 ETS 지표물질과 같은 서로 다른 분석대상물질을 동시에 채취하기 위해서 서로 다른 유량조건에서 2개의 채널이 장착된 개인 휴대용 펌프(personal sampler)를 이용하였다. 2채널 펌프장치는 기체상 ETS성분의 채취를 위한 XAD-4 흡착관 채취채널과 입자상 물질의 채취를 위한 또 다른 채취채널을 통해 공기를 흡입될 수 있도록 구성된 SKC Double Take Sampler(SK C Inc., USA)를 이용하였다. 본 연구에서 채취한 입자상 시료는 RSP, ultraviolet absorbing particulate matter(이하 UVPM), fluorescing particulate matter(이하 FPM) 및 solanesol particulate matter(이하 SolPM)을 결정하기 위해서 사용하였다. XAD-4 흡착관에 채취된 기체상 시료는 3-EP와 nicotine의 분석을 위해서 추출하였다.

RSP는 개인휴대용펌프(Double Take Sampler, SK C Inc., USA)를 사용하여 37 mm직경의 Fluoropore membrane 필터(pore size 1.0  $\mu$ m, SK C Inc., USA)를 검은색 필터홀더에 장착하여 채취하였다. 펌프의 유량은 2.2 l/min로 고정하고 약 8시간 동안 가동하여 총 1056 l의 공기를 채취하였으며, 펌프의 calibration은 mass flow-meter(Top-Trak<sup>TM</sup> Flow Monitors, Sierra Instruments, USA)를 이용하였다. 각 필터는 시료채취 전·후에 상대습도 50 %, 온도 20  $^{\circ}$ C인 챔버에서 24시간 동안 항량시킨 후 2  $\mu$ g까지 측정 가능한 초정밀 저울(Microbalance Model M3P, Sartorius Inc., Germany)을 사용하여 시료 당 5 번씩 반복 측정하여 평균치를 구하였다. Microbalance의 calibration은 microbalance자체에 내장된 Internal Calibration을 이용하였으며, 비방사능 정전기제거장치(Ionising Blower IB-8, Amersham International plc., UK)를 사용하여 정전기를 제거하였다. UVPM 분석은 RSP를 채취한 필터를 2 ml의 메탄올(HPLC grade)로 30분 동안 초음파 추출을 하였다. 추출용액은 직렬로 연결된 자외선 및 형광 검

출기가 장착된 칼럼이 없는 고성능액체크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatograph, 이하 HPLC)를 이용하여 UV흡광도 325nm에서 측정하였다. FPM은 UVPM분석과 동일한 시료추출법과 HPLC의 분석조건에서 행하였으며 형광검출기 파장을 Excitation 300 nm, Emission 420 nm로 설정하여 UV검출기와 연결 사용하였으며, SolPM 함량은 메탄올을 이동상 용매로 사용하여 100  $\mu$ l sample loop와 UV파장 205 nm에서 역상 HPLC를 이용하여 분석하였다. 니코틴과 3-EP는 XAD-4 수지를 함유한 유리관을 통해 약 1.0 l/min의 유량으로 공기를 흡입하여 채취하여 플라스틱 cap으로 완전 밀봉한 후 -15  $^{\circ}$ C의 냉동고에 보관하였다. 흡착관의 XAD-4 수지는 2 ml/min autosampler용 vial로 옮긴 후 내부 표준물질로서 알고 있는 농도의 quinoline(대략 2.2  $\mu$ g/min)이 함유된 1.25 ml의 ethylacetate로 추출하였다. 추출액 중 2  $\mu$ l를 분취하여 질소-인 선택성 검출기(NPD)와 J & W사 DB-5 Capillary column(0.32 mm x 30 m, 1.0 $\mu$ m)이 장착된 GC시스템(Perkin Elmer Autosystem XL, USA)을 이용하여 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구는 대도시 지역에 위치한 비흡연 근무자를 대상으로 ETS가 사무실내 실내공기질에 미치는 영향을 정량화하고, 나아가 ETS의 주요 성분에 대한 개인 피폭량을 결정하기 위하여 수행되었으며 연구 결과 얻어진 주된 내용을 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구의 분석법은 선형성 및 재현성, 검출한계 및 각 지점별 증복시료에 대한 균질성 평가에서 신뢰할 만한 결과를 나타내었으며 전반적 농도분포를 표 1에 나타내었다.

2. 대전과 대구 두 도시간의 대상물질농도는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 흡연사무실이 비흡연사무실에 비해 유의하게 높게 나타났다( $p < 0.01$ ). 또한 계절별 농도 분포는 겨울철에 농도가 높고 여름철에 낮게 나타나는 전형적인 동고하저형의 유형이 뚜렷하게 나타났다.

3. RSP에 대한 UVPM과 FPM의 기여도의 중앙값은 각각 20.9 %와 17.0 %로 비슷한 수준으로 나타났으며, RSP에 대한 ETS 기원 성분의 기여도 추정을 위해서 가장 권장되는 지표물질인 SolPM의 RSP에 대한 기여도의 중앙값은 7.4 %로 UVPM과 FPM에 비해 낮게 나타났다.

4. 흡연개피 수가 파악된 전체자료 (n=120)의 단위 면적당 흡연개피 수에 따른 RSP 및 ETS 지표물질 농도 중앙값의 경우, 0개피·0.01-0.25개피·0.26개피 이상 그룹간에는 유의한 차이가 나타났으며, 특히 ETS지표물질의 농도는 단위면적( $m^2$ )당 흡연개피 수와 비례성을 나타내었다.

Table 1. Summary statistics for the concentrations of RSP and ETS markers in offices

Analyte ( $\mu$ g/ $m^3$ )	n	Median	Mean	S.D.	Range
RSP	128	66.4	77.3	44.8	13.8~232.5
UVPM	128	12.9	21.5	26.4	0.7~142.8
FPM	128	11.7	19.6	24.5	0.6~132.5
SolPM	128	5.5	15.6	28.3	ND <sup>a</sup> ~148.8
3-EP	128	0.25	0.45	0.56	0.02~ 2.94
Nicotine	128	0.56	1.33	1.94	0.08~12.19

<sup>a</sup> Data below than MDL were replaced with a half value of MDL for analyte, and then included in the calculation.

### 참 고 문 헌

- Surgeon General (1986) *The Health Consequences of Involuntary Smoking. A report of the Surgeon General*. DHHS, PHS, CDC, Office on Smoking and Health, Rockville, MD, 259 pp.
- National Research Council (1986) *Environmental Tobacco Smoke: Measuring Exposures and Assessing Health Effects*. National Academy Press, Washington DC, 337 pp.
- National Institute for Occupational Safety and Health (1991) *Environmental Tobacco Smoke in the Workplace*. Current Intelligence Bulletin 54, NIOSH.
- US EPA (1992) *Respiratory Health Effects of Passive Smoking: Lung Cancer and Other Disorders*. EPA 600/690/006B.