

## MA22) 흡연 및 비흡연 사무실의 실내공기질 비교 평가 - 하절기 측정결과 분석 Comparison of Indoor Air Quality in Offices by Smoking Status - Assessment of Summer Data

황승만 · 신주희 · 정진욱 · 박상곤<sup>1)</sup> · 백성욱

영남대학교 환경공학과 대기오염연구소, <sup>1)</sup>해천대학 환경관리과

### 1. 서 론

1950년대 이후 구미 각국에서 수집된 대부분의 독성학적, 역학적 연구조사자료에 따르면 흡연과 관련된 발병률 및 사망률의 주요 원인이 흡연 당사자의 직접흡연에 의한 것으로 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(Repace, 1980; Surgeon General, 1986). 1986년 미국 National Research Council은 미국 내에서 연간 3000명에 달하는 폐암의 발생이 ETS에 대한 노출에서 기인한다고 발표한 바 있으며(NRC, 1986), 이를 근거로 1990년 초에 미국 EPA와 NIOSH에서는 세계최초로 ETS를 인체발암성물질로 규정한 바 있다(NIOSH, 1991; USEPA, 1992). 국내에서도 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. 따라서 본 논문은 대도시 지역에 위치한 사무실 환경을 흡연 및 비흡연 그룹으로 나누어서 비흡연 근무자를 대상으로 ETS의 주요성분에 대한 개인피폭량을 결정하고 나아가 ETS가 사무실내 실내공기질에 미치는 영향을 정량화하고자 한다.

### 2. 연구 방법

본 논문에서는 대구 및 대전지역에 위치한 최소한 50~60 개 정도의 사무실을 선정하여 이를 흡연 및 비흡연 그룹으로 양분하여 일반적으로 사무원이 근무하는 시간대인 오전 9시부터 오후 6시까지 최소한 8시간 동안 ETS 시료를 채취하였다. 하절기 시료는 8월~9월 중에 시료채취가 이미 완료된 상태이며, 동절기 시료는 2000년 1월~2월 중에 채취할 계획이다. 따라서 본 논문에서는 이미 시료채취가 완료된 하절기 시료를 이용하여 흡연유무에 따른 ETS 관련 성분의 농도변동 및 실내공기질에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

RSP 및 기체상 ETS 지표물질의 서로 다른 분석대상물질을 동시에 채취하기 위해서 서로 다른 유량 조건에서 2개의 채널이 장착된 개인휴대용 펌프를 이용하였다. 2채널 펌프장치는 기체상 ETS 성분의 채취를 위한 XAD-4 흡착관 채취채널과 입자상물질의 채취를 위한 또 다른 채널을 통해 공기를 흡입할 수 있는 SKC Double Take Sampler를 이용하였다.

본 논문에서 채취한 입자상 시료는 RSP, ultraviolet absorbing particulate matter(UVPM), fluorescing particulate matter(FPM) 및 solanesol을 결정하기 위해서 사용했고, XAD-4 흡착관에 채취된 증기상 시료는 3-EP와 Nicotine 분석을 위해 추출한 후 사용하였다. 보다 상세한 분석방법에 대해서는 아래에 항목별로 서술하였다.

RSP의 시료채취는 약 2.2 l/min에서 운전되는 Personal 펌프를 이용하여, 37 mm 검은색 필터홀더에 Fluoropore 멤브레인 필터(37 mm, 1.0 μm pore, SKC Inc., USA)를 넣고 유효한계 입경이 4.0 μm인 유입구를 통해 공기를 흡입함으로써 이루어진다. 각 필터는 시료채취전·후에 상대습도 50 %, 온도 20 °C인 챔버에서 24시간동안 항행시킨다. 필터무게 측정은 2 μg까지 측정이 가능한 Microbalance(Model M3P, Sartorius Inc., Germany)를 사용하였으며 한 개의 시료에 대해 5번씩 반복 측정하였다. 측정결과는 이 값들을 평균한 필터의 시료채취 전·후의 무게차를 이용하여 산출하였다. Microbalance의 Calibration은 Microbalance자체에 내장된 Internal Calibration을 이용하였으며, 필터무게 측정시 발생하는 정전기 효과는 비방사능 정전기 제거장치(Ionizing blower IB-8, Amersham International plc., UK)를 사용하였다.

UVPM은 RSP를 채취한 필터를 2 ml의 메탄올(HPLC grade)로 30분 동안 초음파 추출한 후, 추출용액은 직렬로 연결된 자외선 및 형광검출기가 장착된 칼럼이 없는 고성능액체크로마토그래피(High Performance Liquid Chromatograph, 이하 HPLC)를 이용하여 UV흡광도 325 nm에서 측정하였으며, FPM 분석은 UVPM과 동일한 시료추출법과 HPLC의 분석조건에서 형광검출기 파장을 Excitation 300 nm와 Emission 420 nm로 설정하여 UV검출기와 연결하여 사용하였다. 메탄올 추출물 중의 Solanesol 함량은 메탄올을 이동상 용매로 사용하여 100  $\mu$ l sample loop와 UV파장 205 nm에서 역상 HPLC를 이용하여 분석하였다.

Nicotine 및 3-EP 분석은 XAD-4 수지를 함유한 유리관을 통해 1.0 l/min의 유량으로 공기를 흡인하여 채취한 후, 흡착관의 XAD-4 수지는 2 ml autosampler용 vial로 옮긴 후 내부표준물질로서 알고 있는 농도의 quinoline(대략 2.2  $\mu$ g/ml)이 함유된 1.25 ml의 ethylacetate로 추출한다. 이 때 유리벽면에 점착되는 것을 방지하기 위해 0.01 %(v/v) triethylamine으로 처리하였다. 추출액 중 2  $\mu$ l를 분취하여 질소선택성 검출기(NPD)와 J & W사 DB-5 Capillary column(0.32 mm $\times$ 30 m, 1.0  $\mu$ m)이 장착된 GC시스템(Perkin Elmer Autosystem XL, USA)을 이용하여 시료를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 논문은 대구 및 대전지역에 위치한 사무실 환경을 선정하여 흡연 및 비흡연 그룹으로 나누어서 비흡연 근무자를 대상으로 최소한 8시간 동안의 ETS 시료를 채취하였다. 채취된 ETS 시료 중 입상시료는 RSP, ultraviolet absorbing particulate matter(UVPM), fluorescing particulate matter(FPM) 및 solanesol을 결정하기 위해서 사용하고, XAD-4 흡착관에 채취된 증기상 시료는 3-EP와 nicotine의 분석을 위해 사용한다. 현재 이들 시료는 분석이 진행 중에 있으며, 본 논문초록에는 RSP 농도만 Table 1에 간략히 수록하였다.

Table 1. RSP concentrations ( $\mu$ g/m<sup>3</sup>) in smoking and non-smoking offices in Taegu and Taejeon.

City	Smoking			Non-smoking		
	Number of Data	Range	Mean	Number of Data	Range	Mean
Taegu	18	22.6~221.9	76.6	18	24.1~171.2	55.1
Taejeon	14	29.2~205.8	96.8	16	26.9~142.0	59.8
Total	32	22.6~221.9	86.7	34	24.1~171.2	57.5

### 참 고 문 헌

- Repace, J.L. and A.H. Lowrey(1980) Indoor air pollution, tobacco smoke, and public health. Science, 208, 464-472.
- 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. Assoc., 48, 336-344.
- US EPA(1992) Respiratory Health Effects of Passive Smoking: Lung Cancer and Other Disorders. EPA 600/690/006B.
- National Institute for Occupational Safety and Health(1991) Environmental Tobacco Smoke in the Workplace. Current Intelligence Bulletin 54, NIOSH.