

E-5 대구지역 공중이용시설의 실내·외 공기중 입자상 미량유해물질의 농도

Concentrations of Toxic Trace Elements in Indoor and Ambient Air of Public Facilities in Taegu Area

송희봉 · 신동찬 · 민경섭 · 홍성희 · 장혁상* · 백성욱*

대구광역시 보건환경연구원

* 영남대학교 환경공학과

1. 서론

대기 중에 존재하는 총부유먼지(이하 TSP)는 여러가지 형태의 유해물질을 함유하고 있다. 즉 다양한 배출원으로 부터 배출된 미량원소성분(중금속), 수용성 무기이온성분 및 다환방향족탄화수소(PAH), 휘발성유기화합물질(VOC) 등이 흡착 또는 혼재되어 있는데, 이들은 인체 및 환경오염에 미치는 유해성 등 악영향을 고려해볼 때 이들 물질에 관한 연구가 필수적이라 본다.

일반적으로 대기 중의 TSP는 토양의 먼지 및 해염 등에 의해 발생하는 자연적인 것과 연료유의 연소, 자동차배출가스 등에 의해 방출되는 인위적 그리고 대기 중의 광화학반응에 의해 생성되는 이차생성입자 등으로 구성된 것으로 알려져 있다. 또한 이들의 여러가지 발생원별 추적자(Tracer) 확인에서 공통적으로 나타난 같은 무리(군)를 이루는 구성성분을 살펴보면 Al, Ca, Fe, Zn, Mn, Mg 등은 토사 혹은 도로먼지의 재비산관련물질, Ni, V 등은 연료유의 연소관련물질, Pb, NO₃⁻ 등은 자동차의 배출가스관련물질, Cu, Cd, Zn, Cr, Pb, Cl⁻ 등은 폐기물의 소각관련물질, Na, K, Mg, Cl⁻ 등은 해염입자관련물질이며, 또한 NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺ 등은 대기 중의 가스상물질이 대기화학반응에 의해 입자화된 이차생성물질 등으로 세분화된다.

한편 실외공기와 실내공기의 동시적 측정분석에 의한 실내·외 입자상 미량유해물질의 분포특성 및 실내·외 유해물질간의 상관성 등에 관한 연구는 선진국의 경우 1980년대 이후부터 활발하게 연구가 진행되고 있고, 우리나라의 경우에는 이런 관점에서의 연구가 전무하여 보다더 체계적이고 실질적인 연구조사가 절실히 요구되고 있는 실정이다. 이러한 상황에서, 본 연구는 대구시민이 가장 많이 이용하는 공중이용시설물을 대상으로 실내와 실외의 공기질을 동시에 조사하여 TSP와 TSP 중의 미량유해물질의 농도분포 특성, 각 발생원별 기여도 평가 및 실내·외 공기질간의 상관성분석 등을 규명하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 측정지점 및 기간

공중이용시설물에 대한 실내 및 실외공기 중의 입자상 미량유해물질을 동시에 파악하기 위하여 선정된 측정지점들은 각 지역의 특성을 고려하여 역·터미널, 지하상가, 백화점, 병원의 4 종류 시설물로 구분하고 각 시설물당 3개소씩 총 12개 장소를 대상으로 하여 1994년 10월 4일부터 1995년 7월 11일까지 각 계절별로 총 48개 장소에서 측정 조사하였다.

2.2 시료채취 및 분석방법

2.2.1 시료의 포집

각 측정지점에서의 TSP는 공기의 오염도를 대표할 수 있는 장소라고 판단되는 건물(1층)내부의 4개 지점과 건물외부의 출입구앞 4개지점을 선정하여 지상 1.5 m 정도에서 측정하였다. TSP는 Low Volume Air Sampler를 이용하였으며 분당 약 28ℓ의 유량으로 일반대중이 가장 많이 이용하는 시간대인 10:00에서 20:00의 10시간 동안 연속포집하였다. 이때 시료의 포집여지는 미량원소성분 분석에 가장 적합한 재질로 알려진(Schroeder *et al.*, 1987) Nitrocellulose Membrane Filter(Millipore, 47 mm, 0.8 μm pore

size, USA)를 사용하였으며, 각 지점별로 4개 시료의 평균농도를 산출하여 그 지점의 대표치로 간주하였다.

2.2.2 입자상 미량유해물질의 분석

TSP 시료 중에 함유된 미량원소성분을 분석하기 위한 추출은 일정 여지를 질산-염산법(Scheff, 1984)에 의해 Ultrasonic Cleaner로 추출 전처리한 후 유도결합플라즈마방출 분광광도계(JOBIN YVON ICP, JY 50P, France)를 이용하여 14개 항목(Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, V, Ca, Fe, Al, K, Mn, Na, Mg, Cr)에 대하여 분석하였다.

한편, TSP에 함유된 무기성 이온성분의 추출(Lodge, 1988)은 일정 여지를 크로마토그래피용 탈이온수(Merck, Germany) 50 ml로 약 30 분간 초음파추출을 한 후 65 °C에서 3 시간동안 방치하고 다시 이 과정을 반복하여 추출된 용액을 분석용시료로 하여 이온크로마토그래프(Waters ILC, Millipore, USA)로 수용성 음이온성분(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-})을 분석하여 그 농도를 결정하였다. 또한 수용성 양이온성분(NH_4^+)은 동일한 방법으로 초음파추출 후에 분석용시료로 하여 대기오염공정시험방법의 인도페놀법에 따라 UV/VIS Spectrophotometer(Kontron, UVIKON 930, Italy)를 사용하여 파장 640 nm에서 흡광도를 측정하여 농도를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구는 1994년 10월부터 1995년 7월까지 각 계절에 걸쳐 대구지역 중심가에 위치하고 있는 공중이용시설물 총 48개 장소에서 측정된 실내·외 TSP와 TSP 중에 함유된 미량유해물질 총 18개 항목을 분석하여 입자상 미량유해물질의 농도분포 특성, 발생원별 기여도 평가 및 실내와 실외의 입자상 미량유해물질간의 상관성 등을 규명한 결과는 다음과 같다.

- 1) TSP의 농도분포는 계절별로 봄철 > 겨울철 > 가을철 > 여름철 순을 보이며, 또한 지역별로 역·터미널 > 지하상가 > 병원 > 백화점 순으로 보인다.
- 2) TSP 중에는 토양이나 해양 등 자연발생원에서 기여되는 성분들이 산업시설이나 이동배출원 등 인공발생원에서 기여되는 성분보다 훨씬 높은 농도로 구성되어 있으며, 대기 중의 가스상물질이 대기화학반응에 의해 입자화된 이차생성물질도 높은 농도로 함유하고 있다.
- 3) 실내오염원의 형태가 유사하지만 실외주변 환경조건이 상이한 지하상가와 백화점의 경우는 각 화학성분들이 지하상가가 백화점보다 실내·외에서 전반적으로 높은 농도를 보인다. 또한 기상변화나 연료사용 등에 뚜렷한 차이가 있는 여름철과 겨울철의 경우에는 각 화학성분들이 겨울철이 여름철보다 실내·외에서 전반적으로 높은 농도를 보인다.
- 4) 각 지역별 및 계절별에 따른 발생원별 기여도의 특징은 측정지점의 주변환경, 기상학적 조건 그리고 분지형태인 대구지역의 시내중심가라는 지형적인 특성 등이 농도변화에 중요한 영향인자로 작용한 것으로 보인다.
- 5) 실외공기가 실내공기에 미치는 영향은 토양 혹은 도로먼지의 재비산, 자동차배출가스, 소각 및 이차생성물질이 연료연소 및 해양입자 관련물질보다 실내와 실외에서 상호간의 영향을 많이 받고있는 것으로 보인다. 또한 입자상 미량유해물질 상호간의 관련성은 실내와 실외에서 같은 무리(군)를 이루는 물질들의 상관관계가 양호하게 나타나 각 발생원별로 공통적인 오염원을 가지고 있음을 알 수 있다. 기상인자와의 상관성은 온도와 습도의 경우 실내와 실외에서 NO_3^- 와 SO_4^{2-} 을 제외하고는 대부분 미량성분과 음의 상관성을 보이며, 풍속의 경우 실외에서는 대부분이 음의 상관성을 보인다.

4. 참고문헌

- 1) 송희봉, 민경섭, 한개희, 김종우, 백성욱 (1996) 대구지역 공중이용시설의 실내·외 공기중 기준성오염물질의 농도, 한국 대기보전학회지, 12(4), 429-439.
- 2) Alpert, D.J. and P.K. Hopke (1981) A determination of the sources of airborne particles collected during the regional air pollution study, Atmos. Environ., 15, 675-687.