

## PB17) 환경대기 중 유해대기오염물질(VOCs, Aldehydes, PAHs) 농도분포 특성 연구

### Study on the Distributions of VOCs, Aldehydes, PAHs Concentration

한진석 · 이민도 · 이상욱 · 임용재 · 김영미 · 홍유덕 · 공부주 · 안준영<sup>1)</sup>  
국립환경과학원 환경진단연구부 <sup>1)</sup> 대기환경과, 원주지방환경청

#### 1. 서 론

산업발달에 따른 산업화와 고도화로 인하여 오염물질이 다양해지면서 자동차, 난방, 산업시설 등에서 배출되는 먼지, 이산화질소 등 환경기준물질에 대한 관심이 최근에는 휘발성유기화합물(VOCs), 알데하이드류(Aldehydes), 다환방향족 탄화수소류(PAHs) 등의 유해대기오염물질(Hazardous Air Pollutants; HAPs)로 확대되고 있다. 대기 중의 유해대기오염물질은 환경에서 미량으로 존재하지만 직접적이고 장기적인 노출로 인하여 인체에 암을 유발하거나, 기형아 출산 등 심각한 질병을 유발하는 것으로 알려져 있다. 미국, EU, 일본 등의 선진국에서는 이들 물질들의 독성, 발암성, 축적성이 일반대기오염물질 보다 훨씬 커서 일부 VOCs와 PAHs 물질에 대한 환경기준을 설정하였으나, 우리나라 등 대부분 국가들은 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 유해대기오염물질 중에서 VOCs, Aldehydes, PAHs 물질에 대한 농도분포 특성에 관하여 알아보고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 서울 상업지역인 정동, 주거지역인 전농동, 서울 주변지역 중에서 양수리를 측정지점으로 선정하고, 유해대기오염물질의 계절별 농도수준을 파악하기 위해 계절별로 실시하였다. 겨울철 측정은 2005년 2월, 봄철 측정은 5월, 여름철 측정은 8월에 각각 8일간 실시하였다.

VOCs의 경우, 연속자동채취기(STS-25)를 이용하여 흡착제를 채운 흡착관에 시료를 포집하였으며, 측정간격은 흡착관 1개당 2시간 간격으로 시료를 채취하였다. 흡착관에 흡착된 시료는 미국 EPA TO-17과 TO-14를 응용하여, 열탈착 시료 주입장치(Thermal Desorption)와 가스크로마토그래피/질량분석기(GC/MSD)로 분석하였다.

Aldehydes의 경우, DNPH가 코팅되어 있는 실리카겔 카트리지를 이용한 2,4-DNPH 유도체화 분석법을 사용하여 채취하였다. 오존에 의해 Aldehydes가 반응하는 것을 방지하기 위하여 DNPH 카트리지 전단에 오존스크리버를 연결하여, 이들을 연속자동채취기(STS-25)에 장착하여 시료를 채취하였다. 채취한 시료는 EPA TO-11A의 방법을 이용하여 고성능 액상크로마토그래피(HPLC)로 분석하였다.

PAHs의 경우, PUF와 여지(Quartz fiber filter)를 고용량 시료채취기(High volume air sampler)를 사용하여 채취하였다. PM<sub>2.5</sub> 상의 PAH 성분의 경우, 기존의 PAH 채취에 사용된 고용량 시료채취기의 여지 주입부를 개조하여 테플론으로 코팅된 알루미늄 사이클론(URG-200030EH)을 연결하여 사용하였다. PUF 시료는 ASE(Accelerated Solvent Extractor)를 사용하여 추출하였고, Quartz fiber filter에 포집된 입자상 물질들은 초음파 장치를 사용하여 추출하였다. 이렇게 전처리된 시료는 EPA TO-13A의 방법을 이용하여 GC/MSD/SIM으로 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

대기 중 HAPs 농도 수준을 파악하기 위해 우선적으로 선정된 측정방법을 사용하여 서울의 상업지역인 정동과 주거지역인 전농동, 교외지역인 경기도 양수리를 대상으로 하여 대기 중 HAPs 물질에 대한 측정을 수행하였다.

VOCs의 농도특성을 확인 한 결과 봄>여름>겨울 순으로 높게 나타나는 것을 알 수 있었고, 지역별로

는 주거지역인 전농동과 상업지역인 정동의 농도가 교외지역인 양수리 보다 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 세 지점의 VOCs 농도 특성은 전반적으로 Toluene(6.24-8.68ppb)의 농도가 가장 높게 나타나는 것을 알 수 있었고, 다음으로 Dichloromethane, Trichloroethylene, Benzene, Styrene, Ethylbenzene, m,p-Xylene, Carbon tetrachloride 성분들의 농도가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

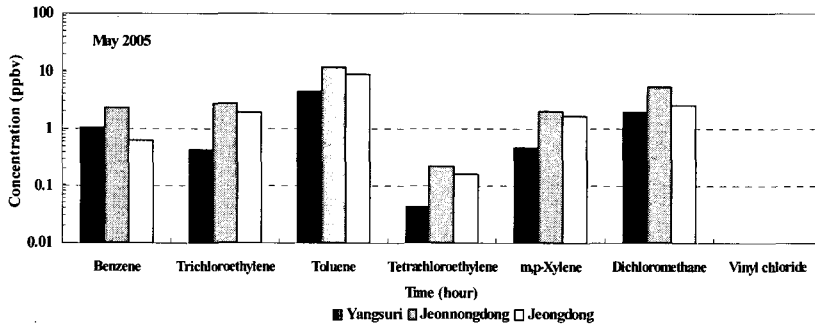


Fig. 1. Comparison of major VOCs mean concentrations in spring.

Aldehydes 측정결과 세 지역 모두 겨울철에 1ppb 이하의 낮은 농도분포를 보였고, 봄철에는 상업지역, 주거지역, 교외지역 순서로 높게 나타났으며 각 지점별 농도분포의 차이가 매우 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 8월에는 다른 측정기간과 달리 잦은 강수현상을 보였으며 5월에 비해 낮은 농도 분포를 보였고 Formaldehyde, Acetaldehyde 이외의 다른 항목들은 대부분 검출한계 이하로 나타났다.

입자상 PAHs의 계절별 농도특성도 가스상 PAHs와 동일하게 겨울>봄>여름 순으로 높게 나타나는 것을 알 수 있었고, 지역별 농도특성 또한 상업지역과 주거지역의 농도가 교외지역 보다 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. TSP와 PM<sub>2.5</sub>의 성분농도 분포를 비교한 결과, PM<sub>2.5</sub>의 PAHs 성분농도 분포와 특성은 TSP와 일치 하였지만, 대략적으로, TSP 농도의 80~120%를 나타내었다. 이러한 현상은, 대기 중의 입자상 물질에 흡착된 PAHs의 90~95%가 3 $\mu$ m 이하의 미세입자에 흡착된다는 점을 감안할 때 (Van Vaeck et al., 1984), PAHs의 흡착이 PM<sub>2.5</sub>에서 보다 더 효율적으로 일어난데 따른 결과로 보인다.

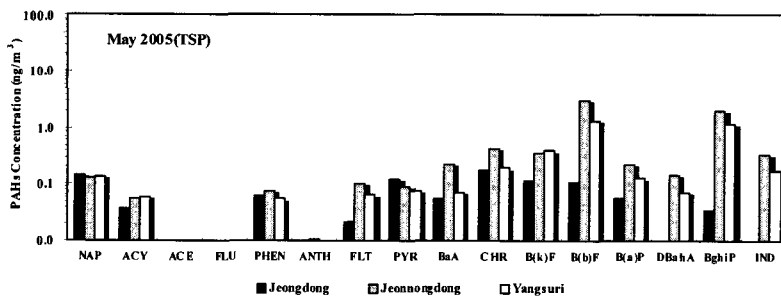


Fig. 2. Comparison of major PAHs mean concentrations of TSP in spring.

### 참 고 문 헌

- 1) 환경부 (2004) 에어로솔 및 유해물질 측정분석.
- 2) 한국대기환경학회 (2000) 특정대기유해물질의 대기오염실태 조사연구.
- 3) 한국대기환경학회 (2005) 대기시료채취 및 분석기술.
- 4) 백성욱 (1999) 대기 중 다환방향족탄화수소 - 환경학적 고찰, 한국대기환경학회, 15(5), 525-544.