

AB10) 미기상학적 기법을 이용한 난지도 매립지에서 VOCs의 Air/Soil 교환량 측정

Micrometeorological measurements of VOC fluxes from Nan-Ji-Do landfill area during Spring 2000

김민영* · 김기현** · 이강웅***

*서울특별시 보건환경연구원, **세종대학교 지구과학과,

***한국의국어대학교 환경학과

1. 서론

최근 들어 대도시와 그 주변지역을 중심으로 빈번하게 발생하는 광화학적 오염에 VOCs가 기여하는 바가 크다는 것은 주지의 사실이다. VOCs가 이와 같은 국지적인 광화학적 오염에 지대한 영향을 줄 뿐만 아니라 지역 규모에서도 대기 중의 화학적인 조성과 산화력을 결정하고 있어서 이들의 발생, 화학적 변환, 소멸에 따른 기작과 동태를 규명하는 것이 대기 화학에서 중요한 부분으로 생각되고 있다. 인위적인 발생원의 경우 가장 중요한 발생원으로 자동차와 도장시설과 같은 산업활동이 주류를 이루고 있다. 이와 같은 발생원외에 식물에 의한 자연적인 발생량 등 다양한 VOCs의 발생경로가 지역에 따라서는 무시할 수 없다는 연구가 보고되어 있다(Hass et al., 1996; Drewitt et al., 1998; Helmig et al., 1998; Gallagher et al., 2000; Rinne et al., 2000; Steinbrecher et al., 2000). 난지도 매립지는 세계최대의 비위생적 쓰레기 매립지 중의 하나로 폐쇄된 지 약 8년 정도 밖에 되지 않아서 유기물의 부패에 따른 VOCs의 발생이 가능한 지역이다. 이에 본 연구에서는 난지도에서 주요 VOCs의 성분의 농도와 미기상학적인 요인의 분석을 통하여 난지도 토양과 대기중의 교환량을 측정하였다.

2. 연구방법

2000. 3. 22~4. 4 까지 2주 동안 난지도 제 2 매립지 상부의 동쪽 평탄 지점에 미기상장비와 VOCs 채집 장비를 설치하였다. VOCs 채집장치의 경우 20 cm 와 200 cm 높이에 탄소흡착제를 장진한 튜브를 각각 설치하고 공기를 흡입하여 VOCs를 선택적으로 채집한 뒤 이를 GC-FID를 이용하여 분석하였다((Perkin Elmer, USA). 분석된 VOCs의 종류로는 주요 방향성 화합물인 benzene, toluene, styrene, m,p-xylene, o-xylene, ethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene 과 C1-C6에 이르는 14종의 염화탄화수소이다. VOCs의 교환량측정은 이 두 높이에서 측정된 농도의 차이와 미기상학적인 요인을 분석하여 결정하였다. 미기상학적인 분석을 위해서는 3 m 지점에서 3D sonic anemometer, fine wire thermocouple, krypton hygrometer를 이용하여 momentum, sensible heat flux, latent heat flux를 연속 관측하였고, 온습도, vane type의 풍향풍속센서, soil thermocouple, net radiometer와 water content reflectometer의 기상관측 장비를 동시에 운영하였다. 난지도 상부는 비교적 평탄한 평지로 이루어져 있으며 최근에도 평탄화 작업이 계속 진행되고 있다. 관측지점은 우리나라 봄철 주풍향인 서풍에 따라 충분한 평탄지형을 확보할 수 있게 고려되었고 지형의 왜곡현상을 최소화하여 교환율이 지표면과 평균 streamline에 수직적으로 작용할 수 있는 곳을 선택하였다.

3. 연구결과

표 1은 본 연구의 측정기간동안 난지도 상부 20 cm 와 200 cm 높이에서 관측된 VOCs 농도의 평균을 나타낸 것이다. 표에서 볼 수 있는 것과 같이 관측된 VOCs의 경우에 있어서는 benzene을 제외하고 상층의 공기에서 농도가 높은 것을 볼 수 있다. 이는 benzene을 제외하고 난지도의 경우 관측된 VOCs들이 배출되는 것이 아니라 표층에서 흡착되고 있는 것을 지시한다. 이와 같은 표층 흡착 형태의 농도구배는 관측기간동안 일관되게 관측되었으며 표층에서 배출되는 시기는 오히려 제한적인 것으로 관측되었다. 이는 관측에 사용된 VOCs들이 유기물의 부패 중에 발생하는 VOCs 와는 조성이 크게 다르기 때문에 VOCs의 배출을 제대로 대표하지 못한 결과로 추정된다. 더욱이 난지도 상층의 경우 본 연구가 시작하기 최근 전부터 안정화 및 평탄화 작업을 위하여 복토 작업을 하였기 때문에 새로운 지표

토양이 대기에서 상당히 빠른 속도로 VOCs를 흡착하고 있는 것으로 사료된다.

Table 1. The concentrations of VOCs in NJD during Mar/Apr 2000 (all concentration $\mu\text{g Cm}^{-3}$)

	Σ Aromatic	Σ Chlorinated	benzene	toluene	m,p-xylene	o-xylene
1. Lower level at 0.2 meter						
Mean	51.3	42.9	7.5	20.2	6.9	2.6
Median	34.7	33.6	5.1	10.8	4.1	1.6
SD	75.2	37.9	12.2	30.4	10.8	3.6
N	95	95	96	96	96	96
2. Upper level at 2 meter						
Mean	95.2	67.9	7.1	39.0	13.8	5.0
Median	47.9	48.7	3.0	15.9	6.1	2.3
SD	162.2	58.0	33.6	61.0	26.6	10.5
N	94	94	97	97	97	97

Σ Carbon: sum of total aromatic (Σ aromatic) and of total chlorinated VOCs (Σ Chlorinated)

Σ Aromatic: sum of 8 aromatic VOCs including benzene, toluene, xylene, etc. investigated in this study

Σ Chlorinated: sum of 15 chlorinated VOCs including methylene chloride investigated in this study

참고문헌

- Drewitt, G.B., K. Curren, D.G. Steyn, T.J. Gillespie, and H. Niki, Measurement of biogenic hydrocarbon emissions from vegetation in the lower Fraser valley, British Columbia, *Atmos. Environ.*, 32, 3457-3466, 1998.
- Haas, B.S, and R. Herrmann, Transport of chlorinated hydrocarbons between sewage and sewer atmosphere, *Wat. Sci. Tech.*, 34, 557-564, 1996.
- Helmig, D., B. Balsey, K. Davis, L.R. Kuck, M. Jensen, J. Bognar, T. Smith, R. Vasquez, R. Rodriguez, and J.W. Birks, Vertical profiling and determination of landscape fluxes of biogenic nonmethane hydrocarbons within the planetary boundary layer in the Peruvian Amazon, *J. Geophys. Res.*, 103, 25519-25532, 1998
- Gallagher, M.W., R. Clayborough, K.M. Beswick, C.N. Hewitt, S.Owen, J. Moncrieff, K. Pilegaard, Assessment of relaxed eddy accumulation for measurements of fluxes of biogenic volatile organic compounds: study over arable crops and a mature beech forest, *Atmos. Environ.*, 34, 2887-2899, 2000
- Rinne, J., J-P. Tuovinen, T. Laurila, H. Hakola, M. Aurela, and H. Hyden, Measurements of hydrocarbon fluxes by a gradient method above a northern boreal forest, *Agricultural and Forest Meteorol.*, 102, 25-37, 2000
- Steinbrecher, R., M. Klauer, K. Hauff, W.R. Stockwell, W. Jaeschke, T. Dietrich, and F. Herbert, Biogenic and anthropogenic fluxes of non-methane hydrocarbons over an urban-impacted forest, Frankfurt Stadtwald, Germany, *Atmos. Environ.*, 34, 3779-3788, 2000