

## 춘천시 혈동리 쓰레기 매립장 주변 대기중 휘발성 유기화합물(III): 일변화와 채취 유량 평가

### Monitoring of volatile organic compounds in air at the Hyuldong-Li landfill place in Chunchon-Shi (III) : Diurnal variation and evaluation of sampling volume

박춘옥·최인자·권영진·김만구

강원대학교 자연과학대학 환경학과

#### 1. 서 론

대기 중에는 여러 가지 휘발성 유기화합물 (Volatile Organic Compounds, VOCs)이 존재하며, 발생원에 따라 매우 다른 구성을 나타내고 있다. 또한 대기 중의 휘발성 오염물질을 정량적으로 채취하기는 매우 어려움이 있고, 다음과 같은 세 가지의 조건이 매우 중요하다.

먼저 채취된 대기 시료는 그 지역을 대표해야 하며 (Yasuhara et al., 1994), 전기의 공급 유·무에 따르는 제한적 요소를 지닌 지역에서도 채취 가능 해야하며 (Rudolph et al., 1990) 채취 시료의 운송에 따른 시료의 손실과 변화가 없어야 한다 (Hsu et al., 1991).

EPA는 미국 내 9개 지역의 매립지에서 방출되는 유기화합물의 채취방법을 기초로 시료 채취 방법을 마련하고 있으나, 아직 채취 방법이 완전히 확립된 것이 아니라 많은 수정이 필요하다 (Resource Conservation and Recovery Act, subtitle D regulation, 1991). 1997년에는 흡착관을 이용한 대기 중 휘발성 유기 화합물의 측정방법을 EPA method TO-17로 규정하여, 흡착제의 선택시 유의사항 및 전처리, 시료채취 전 흡착관의 전처리 및 시료채취방법 등에 관하여 기술하였다. 본 연구에서는 EPA method TO-17을 기초로 하여 시료를 채취하였다. 자체 제작한 휴대용 가스 채취기에 흡착제가 충전된 100mm 흡착관을 연결하여 돌파부피를 초과하지 않는 한도 내에서 시료를 채취하여 생활폐기물 처리장에서 24시간 동안의 휘발성 유기화합물의 변화를 알아보았다. 또한 시료채취시 유속과 유량에 대한 농도 변화를 알아 보았다.

#### 2. 실 험

##### 2.1 시료채취 지점 및 기간

시료 채취는 혈동리 생활폐기물 처리장에서 매립이 이루어지는 매립지 위 (Site 3)에서 실시하였다. 생활폐기물 처리장에서 휘발성 유기화합물의 일 농도 변화 실험의 시료 채취기간은 1998년 9월 25일부터 14:00부터 9월 26일 11:00까지 3시간 간격으로 시료를 채취하였다. 채취지점은 혈동리 생활폐기물 처리장 입구인 1지점과 매립지점인 3지점이고, 1지점은 3지점과 약 1.2km 떨어져 있다.

##### 2.2 시료채취

자체 제작한 휴대용 가스 채취기에 Tenax GR(60/80mesh, Part # 4935, Alltech, U.S.A) 0.4g이 충전된 100mm 흡착관을 연결하여 시료를 채취하였다. 한 개의 펌프에 2개의 유량계를 연결하였고, 채취유량 및 부피는 16ml/min과 67ml/min으로 1시간 동안 총 1L, 4L를 채취하였다 (EPA method TO-17). 시료 채취 후 흡착관은 알루미늄 호일로 양끝을 싸 다음 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하여 4°C에서 냉장보관하였다. 보관한 시료는 일주일 이내에 분석하였다.

매립지에서 발생하는 휘발성 유기 화합물의 일변화를 알아보기 위하여 시료와 함께 6시간마다 한번씩 Field blank를 채취하였다. 30분 간격으로 온도를 측정하였으며, 시료를 채취한 날 오전 1시 50분부터 오전 8시까지 쓰레기 수거 차량이 출입하였으며, 총 출입차량은 76대였다.

Distributed volume pair의 재현성을 확인하기 위하여 toluene(No.26002228, Katayama Chem., Japan), styrene(7B4080, Junsei Chem., Japan), 그리고 p-xylene(No. 8260, Katayama Chem., Japan)을

diffusion tube(No.3200, Gastec, Japan)에 담아 교정가스조제 장치 permeater(PD-1B, Gastec, Japan)에 넣어 표준기체를 발생시켰다. Permeater에 흡착관을 연결하여 16ml/min과 67ml/min으로 1시간 동안 총 1L, 4L를 채취하였다.

### 2.3 분석방법

대기시료의 분석은 on-column 저온농축 GC/FID/FPD (HP 5890 Series II, U.S.A)를 사용하였으며, GC/MS(JMS-AM 150, JEO1)로 정성하였다. 분석컬럼은 stainless steel capillary column(UA5, Frontier Lab. 0.25mm×30m, 0.3μm)을 사용하였다. 분석 온도 조건은 30℃에서 200℃까지 승온시켰으며, Electronic Pressure Control(EPC-1000, Alltech)를 사용하여 유속을 8ml/min에서 0.7ml/min의 범위로 프로그래밍하여 시료부피의 손실을 최소화 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

혈동리 생활폐기물 처리장에서 24시간 동안의 휘발성 유기화합물의 변화를 생활폐기물 처리장 입구(Site 1)와 매립지 위(Site 3)에서 관찰하였다. Toluene, styrene, p-xylene 뿐만 아니라 많은 휘발성 유기화합물이 검출되었다. 이러한 휘발성 유기화합물의 변화를 알아보기 위하여 toluene으로 환산한 ppbC를 계산하여 보았다. 그림 1에 그 결과를 정리하였다. 지점별로 정리해보면, 3지점에서는 전체적으로 14.7~28.5ppbC의 농도를 나타내었다. 쓰레기 매립이 진행된 새벽에 증가하다가 오전 5시부터 감소하였고 오후 2시부터 다시 증가하였다. 반면에 1지점은 5.0ppbC 이하의 농도를 나타냈으며, 3지점에서 감소하기 시작한 오전 5시부터 증가하다가 오전 11시에 최대값을 보이고 다시 감소하였다. 그리고 오후에는 다시 증가하였다. 이와 같이 생활 폐기물 처리장에서의 휘발성 유기화합물의 농도는 특히 쓰레기 차량의 반입에 영향을 받았으며, 차량의 반입이 있는 새벽에 높은 농도를 나타내었다.

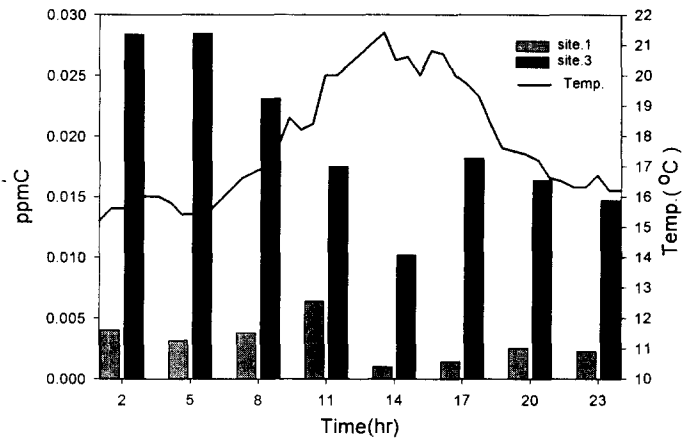


Fig. 1. Diurnal variation of ppmC\* at Hyuldong-Li sanitary landfill  
(\* : calculated as equivalent of toluene).

### 참고 문헌

- 최인자 (1998) 춘천시 혈동리 생활폐기물 처리장 건설에 따른 대기 중 휘발성 유기 화합물의 변화, 강원대학교 이학석사 논문
- Yasuhara A. and Shibamoto T.(1994) J. Chromatography A, 672, 261-266
- Rudolph J., Muller K.P. and Koppmann R.(1991) Anal. Chem., Acto, 236, 83-88
- Hsu J.P, Miller G. and Moran V.(1991) J. Chromatogr. Sci., 29, 83-88
- EPA Method TO-17