

## PA32) 자연 VOC 배출량 산정에 대한 연구 Study on the estimation of NVOC emission

김조천<sup>1)</sup> · 홍지형<sup>1)</sup> · 장영기<sup>2)</sup> · 주명철<sup>3)</sup> · 전의찬 · 조규탁<sup>4)</sup> · 한진석<sup>5)</sup> · 강창희<sup>6)</sup> ·  
김득수<sup>7)</sup> · 김기준 · 임수길

동신대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기공학과, <sup>2)</sup>수원대학교 환경공학과,  
<sup>3)</sup>동신대학교 조경학과, <sup>4)</sup>서울대학교 환경대학원, <sup>5)</sup>국립환경연구원 대기연구부,  
<sup>6)</sup>제주대학교 화학과, <sup>7)</sup>군산대학교 환경공학과

### 1. 서 론

VOCs 배출원은 크게 인위적인 배출원과 자연적인 배출원으로 나눌 수 있다. 식물은 자연 발생적 VOCs(NVOCs)의 가장 주요한 배출원이며, 대기 중으로 유입되는 반응성이 강한 탄소의 주요한 배출원이다. 이소프린, terpene, 알콜, 카르보닐화합물, 에스테르 등은 식물에서 발생하는 대표적인 탄화수소화합물들이다. 이러한 물질들은 에어로졸의 형성 등 전지구적 대기화학반응, 광역적 광화학산화제(특히 오존)의 형성, 탄소순환의 수치균형 비도시지역의 산성침적에 기여하는 유기산의 생성 등에 주요한 영향을 끼친다. NVOCs의 배출량은 인위적인 VOCs보다 약 1.5에서 많게는 10배정도 더 배출되는 것으로 추정되고 있다. 한편, 우리 나라 경우를 살펴볼 때 전국토의 약 65%가 산림으로 이루어져 있다는 사실이 NVOCs가 인위적인 VOCs의 양을 훨씬 초과할 것이라는 것을 암시하여 주고 있다. 그럼에도 불구하고 국내에는 지금까지 자연적 VOCs에 대한 직접적인 배출량 산출 및 배출목록(Inventory)작성이 광범위하게 이루어진 적이 없었던 바, 국내의 광화학 스모그 제어정책에 대단한 혼선이 초래되어 온 것이 사실이다. 본 연구에서는 NVOCs 배출계수산정을 위한 기초 연구를 수행하는 것이 주목적이며 이를 위하여 다양한 수종에 대한 샘플링이 가능하도록 샘플링 및 분석시스템을 구축하고, 소나무와 참나무를 대상으로 두 수종에 대한 NVOCs의 배출형태를 연구 하였다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 나무로부터 배출되는 NVOCs를 채취하기 위하여 Vegetation Enclosure Chamber를 제작하여 나뭇잎이 Chamber 표면에 접촉하지 않도록 넣어 봉한 후 공기를 흘려주어 샘플링 하였다. 시료 포집 시간은 Chamber내에 물질이 일정농도에 도달된 후 시료가 포집 되도록 실험실에서 충분한 test를 수행한 뒤 결정되었다. 이때 모든 유량은 MFC를 이용하여 조절하였다. 샘플링 대상은 참나무, 소나무로 하였으며, 시료포집은 Tenax TA와 Carbosieve<sup>TM</sup> SIII 를 채운 유리흡착트랩을 사용하여 수행하였다. 포집 된 시료는 자동열탈착장치(Tekmar 6000)를 이용하여 탈착 한 뒤 정성분석을 위하여 GC/MSD(HP6890/HP5973)을 사용하였고, 정량분석을 위해서는 GC/FID(HP5890)시스템을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 선정한 나무는 소나무와 참나무로 소나무류의 침엽수는 주로 monoterpene의 배출원인 반면, 참나무류의 낙엽수는 주로 이소프린의 배출원 역할을 한다. 침엽수림에서 다량 배출되는 monoterpene은 온도에 민감한 반응을 보이는 것으로 알려져 있으며, 활엽수 중 낙엽수림에서 많이 발생하는 이소프린은 온도보다는 일사량에 강한 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 참나무의 경우 광합성 유효과장인 PAR(400-700nm)를 실측하여 이소프린 배출량과의 관계를 조사하였다.

자연조건에 있는 나무에서 배출되는 물질을 포집하기 위하여 Vegetation Enclosure Chamber를 제작하여 시료 포집이 이루어지도록 하였고, Enclosure Chamber내에 물질이 일정농도에 도달되는 시간과 회수율을 실험실적으로 광범위하게 test하여 샘플링 시간을 결정하였다.

분석결과 소나무에서 발생하는 monoterpene으로는  $\alpha$ -pinene이 가장 많이 발생하였으며, 그밖에 p-cymene, myrcene,  $\beta$ -pinene, campene, d-limonene 등의 물질이 배출되었다. 그러나, 소나무 종류에

따라서 약간씩 배출형태가 다르게 나타났으며, 나무의 연령에 따라서도 차이를 나타내었다. 참나무의 경우는 상수리나무와 졸참나무를 대상으로 실험이 이루어졌으며 졸참나무의 경우 주요 배출물질이 이소프린인 것으로 나타났다. 이때 monoterpene의 배출량은 이소프린에 비하여 상대적으로 매우 적게 나타났다. 상수리나무의 경우는 이소프린의 졸참나무에 비하여 매우 적게 배출되었다. 이들 배출량에 대한 정량적인 연구는 현재 진행 중에 있으며, 여러 기상인자에 따른 배출량 변화에 대한 자세한 내용은 학술대회 때 논의하기로 한다.

### 참 고 문 헌

- Jo-Chun Kim (2001) Factors controlling natural VOC emissions in a southeastern US pine forest. Atmospheric Environment. 25, 2379-3292.
- Jo-Chun Kim(2001) Development of a novel sampling technique for natural VOC emissions. J. Korean Society for Atmospheric Environment. 17(E2), 61-70.
- Guenther, A., Hewitt, C.N., Erickson, D., Fall, R., Beron, C., et al. (1995) A global model of natural volatile organic compound emissions. J. of Geophysical Research. 98, 12609-12617.
- Singh. H.B. and Zimmerman, P.B. (1991) Atmospheric distributions and sources of non-methane hydrocarbons. Advances in Environmental Science and Technology: Gaseous Pollutants, ed. J.O. Nriagu, 117-235. Wiley, New York.
- Johnson, J.D. (1984) A rapid technique for estimating total surface area of pine needles. For. Sci. 30, 913-921.
- Khalil. M.K.A. and Rasmussen, R.A. (1992) Forest hydrocarbon emissions : Relationships between fluxes and ambient concentrations. J. Air Waste Manage. Assoc. 42, 810-813.
- 한국대기보전학회 측정분석분과위원회 (1998) 대기환경과 휘발성유기화합물질, 한국대기보전학회.