

## PA15) 제주지역 침엽수와 활엽수에서 배출되는 BVOCs의 배출에 관하여

이기호\*, 허철구, 김형철<sup>1</sup>

제주특별자치도 환경자연연구원, <sup>1</sup>제주대학교 토목환경공학전공

### 1. 서 론

본 연구는 제주지역의 침엽수 및 활엽수에서 수목별 생물기원 휘발성유기화합물질의 배출속도 등의 배출특성과 수목별 배출량 추정을 통해 제주도 산림에서 배출되는 휘발성 성분의 규모를 파악하는 것으로서, 국가에서 구축된 제주지역의 BVOCs 인벤토리의 해상도를 높이는데 기여할 것이다. 또한 월빙 시대에 알맞은 산림육물질로서의 기성능 산림육장 개발과 산림육 치료 연구에 기초자료로도 제공될 수 있을 것이다.

### 2. 실 험

본 연구에서는 육지 지역과 달리 제주도에 많이 분포해 있는 수종을 대상으로 연구 수종을 선정하였다. 침엽수 중에서는 전체 식재 면적 중 가장 많은 곰솔, 삼나무, 구상나무, 소나무, 편백을 선정했고, 활엽수 중에서는 전체 활엽수림의 70% 이상인 낙엽활엽수림대의 수종 가운데 가장 많이 서식하는 서어나무, 졸참나무, 때죽나무, 물참나무, 상수리나무를 선정했다.

시료 채취는 eclosure dynamic flow through chamber를 이용하여 챔버 내부에 잎 온도 센서, 내부 온도계를 설치한 다음 질소와 산소인 혼합기체에 이산화탄소 농도를 380~390 ppm 수준으로 함유한 기체를 2 l/min의 유속으로 30분간 정상상태가 되도록 공급한다. 이러한 일련의 과정이 진행되는 동안 기온, 잎온도, PAR, 상대습도를 측정하고 정상상태가 완료되면 흡착튜브를 장착하여 BVOCs를 채취한다. 300 mg Tenax TA 그리고 Carbotrap을 사용하였고, 정성 및 정량분석에 GC/MS(PERKIN ELMER, Clarus 500, UK)를 이용하였다.

본 연구에서 수목별 VOC 배출량 산정에서는 CAPSS에서 사용 중인 CORINAIR 산정식을 적용하였으며, 실측된 배출속도와 PAR, 잎 온도의 자료를 월별 BVOC 자료에 적용하기 위해서는 환경보정계수 산정 시 측정된 PAR, 잎 온도의 자료를 직접 적용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

계절별로 침엽수와 활엽수 모두에서 구상나무가 가장 높은 배출속도를 보였다. 침엽수 중에서는 구상나무가 상대적으로 높은 배출속도를 보였고 활엽수 중에서는 서어나무가 높은 배출속도를 보였다. 배출되는 monoterpene 물질은 온도에 아주 의존적으로서 표준상태가 아닌 상태에서는 여름의 배출속도가 크게 나타났다. 이는 자연식생에서 mono-

terpene 성분의 배출이 온도에 아주 민감하기 때문에 기온이 높은 여름에 배출속도가 크게 나타나는 것으로 판단된다.

삼나무에서는  $\alpha$ -pinene 성분이 가장 높게 나타났고, 다음으로는 sabinene,  $d^3$ -carene이 높게 나타났는데, 이들이 삼나무의 독특한 향을 결정하는 것으로 판단된다. 구상나무에서는 limonene이 월등히 많이 배출되었다. 곰솔은 소나무와 동일 속으로서  $\alpha$ -pinene이 가장 많고 다음으로  $\beta$ -phellandrene, myrcene, d-limonene 성분들이 곰솔나무에서 배출되는 것으로 나타났으며 소나무 배출 특성과 비슷한 결과를 보였다. 이러한 결과는 김조천(2004) 등이 연구한 같은 속의 소나무와 비슷한 방향성 성분들인 것으로 파악되었다. 계절별로 배출속도가 작아지거나 구성비율은 다소 차이가 있지만 전체적인 수목의 주요 terpene 성분들 변하지 않는 것으로 판단된다.

13시 시부터 시료채취를 진행하면서 측정된 monoterpene 배출농도는 온도가 내려감에 따라 비슷하게 하강하는 경향을 보였다. monoterpene 성분들은 낮 온도에 아주 의존적인 것으로 알려져 있다(Tarvainen V., et al., 2005; Alex B., et al., 1993). 침엽수와 마찬가지로 낮 시간대에 높은 방향성 성분들이 방출량이 높고 오후 늦게까지 낮 온도가 하강하면서 동시에 감소하는 경향이 뚜렷하였다. 주간에 침엽수에서의 isoprene 배출속도는 미미한 수준이지만 야간(배출속도 : "0" 수준)보다 높은 배출속도를 보였다. 반면에 활엽수에서의 isoprene 배출속도는 밤과 낮 사이에 아주 뚜렷한 차이를 보였다. 즉, 밤에는 광합성 유효광이 없기 때문에 isoprene 배출속도는 거의 "0"의 수준으로 나타났다.

Isoprene 배출속도는 침엽수 수목별로는 차이가 많지 않지만 활엽수 수목별로 아주 큰 차이를 보이고 있으며 특히 졸참나무의 배출속도는 침엽수보다 수백 배, 때죽나무보다 10 배, 서어나무보다 100배 수준으로 월등히 높게 배출되고 있다. 상수리나무는 참나무과 동일 속이면서 다른 참나무속보다 아주 적은 배출속도를 보이는 것으로 나타났으며 이는 타 연구결과보다 높으나 상대적으로 참나무 속에서 아주 낮은 배출속도를 보인 것과 비슷한 결과를 보였다.

수목별 VOCs 배출량 보면, 침엽수에서는 넓은 지역에 분포해 있는 곰솔이 monoterpene 배출량에서 45.6% 차지하고 있고 다음으로 29.3%의 삼나무도 무시할 수 없는 배출량이다. 하지만 활엽수의 monoterpene 배출량은 침엽수와 상대적으로 적은 량의 배출속도를 보였다. isoprene 배출량에 있어서 졸참나무가 82.1%의 배출량을 보여 다른 수목들보다 월등히 많은 값을 배출하고 있다. 전체 연구 수종에서 배출되는 양의 약 54.1%가 졸참나무에서 배출되는 것으로 나타났다. 침엽수에서는 monoterpene이 절대적으로 많이 배출하고 있고 활엽수는 역으로 isoprene이 다량 배출하고 있는 특징을 보였다. 이는 광합성이 활발한 활엽수의 특성 때문인 것으로 사료된다.

침엽수와 활엽수종의 monoterpene과 isoprene의 배출량을 산정한 결과를 보면, 제주지역에서는 육지 지역과는 달리 isoprene 배출량이 monoterpene 배출량보다 큰 것으로 나타났다. 10종의 연구대상 수종에 국한하여 BVOCs 배출량은 산정했을 때 연간 1,600여 톤 규모인 것으로 나타났으며, 이중 isoprene이 monoterpene보다 2배 정도 많은 1,000여 톤 규모인 것으로 파악되었다.

## 참 고 문 헌

- 김조천, 홍지형, 강창희, 선우영, 김기준, 임준호, 2004, 침엽수로부터 발생하는 방향성 테르펜의 배출속도 비교 연구, 한국대기환경학회지 제20권 제2호.
- Alex B. Guenther, Patric R. Zimmerman, and Peter C. Harley, 1993, Isoprene and monoterpene emission rate variability : model evaluations and sensitivity analysis, journal of geophysical research, Vol., 98, No. D7, pp. 12, 609-12, 617.
- Tarvainen V., H. Hakola, H. Hellen, J. Back, P. Hari, and M. Kulmala, 2005, Temperature and light dependence of the VOC emissions of Scots pine, Atmos. Chem. Phys, 989-998.