

4C1) 봄철 소나무로부터 배출되는 자연 VOC(NVOC)

배출특성에 관한 연구

A study on the characteristics of natural VOC emissions from pine trees in spring

김조천 · 임준호 · 홍지형¹⁾ · 장영기²⁾ · 주명철³⁾ · 조규택⁴⁾ · 강창희⁵⁾ · 선우영⁶⁾ ·

전의찬 · 김기준 · 임수길

동신대학교 환경공학과, 1)국립환경연구원 대기공학과, 2)수원대학교 환경공학과,

3)동신대학교 조경학과, 4)서울대학교 환경대학원, 5)제주대학교 화학과

6)건국대 환경공학과

1. 서 론

식생은 자연 VOC(NVOC)의 배출원으로써 상당부분(>90%)을 차지한다. 미국의 경우에는 NVOC의 배출량이 인위적인 것의 약 1.5배 ~ 5배에 이를 것으로 추정하고 있다. 우리나라도 전국토의 약 65%가 산림으로 이루어져 있어 자연 VOC가 인위적인 VOC의 양을 훨씬 초과 할 것이라고 예측된다. 지금까지 우리나라의 배출량 산정에 사용된 NVOC 배출계수는 주로 외국의 자료에 의존하여 사용되었기 때문에 그 신뢰성에 논란의 여지가 많았다. 보다 정확한 광화학 스모그 모델링 예측을 위해서는 정확한 NVOC 배출량을 얻는 것이 매우 중요하다. 또한 신뢰성 있는 배출량 산정을 하기 위해서는 국내 실정에 맞는 배출목록작성 및 배출량 산정 모델을 개발하는 것도 매우 중요하다.

본 연구에서는 NVOC 배출계수 산정을 위한 기초 연구로서 적절한 샘플링 및 분석 시스템을 구축하고 봄철 소나무를 대상으로 온도에 따른 NVOC의 배출량 변화에 대하여 고찰하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 소나무에서 배출되는 NVOC를 채취하기 위하여 Vegetation Enclosure Chamber를 자체 제작하였고, 나뭇잎이 Chamber 내부 표면에 최대한 접촉하지 않도록 넣어 밀봉한 후 Zero Air System을 이용하여 Zero Air를 흘려주었다. 유량은 MFC를 이용하여 조절하였으며, 시료 포집 시간은 Chamber 내에 NVOC가 평형농도에 도달된 후 시료가 포집되도록 하였다. 시료 포집은 흡착트랩(Tenax TA와 CarbosieveTM SIII를 채운 pyrex 재질의 유리흡착트랩)을 사용하여 수행하였다. 샘플링 대상 수종은 침엽수의 대표종인 소나무로 하였으며, 포집된 시료는 자동열탈착장치(Tekmar 6000)를 이용하여 탈착 하였다. 열탈착 후에는 정량분석을 위하여 GC/FID (HP5890) 시스템을 사용하였고 정성분석을 위해서는 GC/MSD (HP6890/HP5973)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 선정한 소나무(*Pinus Densiflora*)는 소나무속에 속하는 침엽수로서 이소프렌 보다는 주로 테르펜(Monoterpene)을 배출한다. 침엽수에서 다량 배출되는 테르펜은 온도에 민감한 반응을 보이는 것으로 알려져 있다. 소나무에서 발생되는 테르펜으로는 α -pinene이 가장 많았으며, 그밖에 camphene, β -pinene, myrcene, d-limonene, p-cymene, β -phellandrene, γ -terpinene 등의 물질이 배출되었다. 그림 2는 봄철 7년생과 22년생의 테르펜배출량을 비교한 결과 수령이 많을수록 많이 방출이 되고 있음을 보여주고 있다. 한편, 봄철 22년생 소나무의 배출량을 다른 계절(여름, 가을철)의 자료와 비교할 때 큰 차이가 있음을 알 수 있었다.

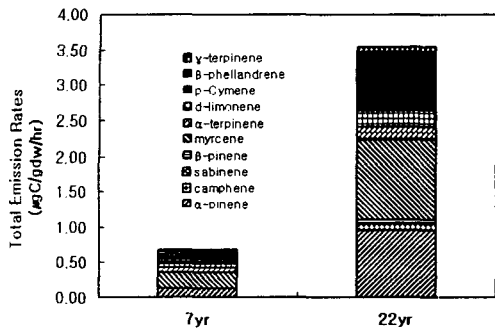


Fig. 1 봄철 소나무의 수령에 따른 테르펜 물질 별 상대구성비율

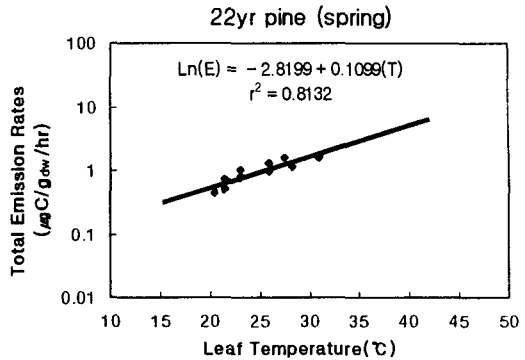


Fig. 2 봄철 온도 변화에 따른 다른 22년생 소나무의 테르펜 배출량 추이.

이러한 편차가 심하게 나타나는 것은 나무의 생리현상에 기인한 것으로서 나무마다 봄철 배출특성을 나타내는 시기가 다를 수 있고, 일시적인 현상일 수 있음을 시사해주고 있다. 미국의 Flyckt(1979)는 Ponderosa 소나무에서 배출되는 테르펜의 계절적인 변화를 연구하였는데 봄철에 테르펜 배출량이 여름, 가을철에 비하여 약 18배 높은 것으로 보고하고 있다. Kim(2001)은 Slash 소나무에서 배출되는 테르펜의 계절적인 변화량을 연구하였는데, 봄철의 배출량이 여름, 가을철에 비해서 2배 이상 높게 나타났고, 또한 봄철에 상당한 배출량의 편차가 있음을 보고한 바 있다. 현재 진행중인 봄철의 배출속도 측정 실험은 아직은 초기단계에 머물러 있으므로 현재로서는 봄철의 배출속도 편차에 대한 해석이 매우 난해하다. 그러나 좀 더 다양한 소나무와 봄철 전반에 걸친 충분한 현장자료의 수집을 통하여 그러한 배출속도 편차에 대한 합리적인 해석이 내려질 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 환경부 Eco-technopia 사업의 연구비 지원을 받아 수행되었다.

참고 문헌

- 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.
- Johnson, J.D. (1984) A rapid technique for estimating total surface area of pine needles. For. Sci. 30, 913-921.
- Tingey, D.T., Manning, M., Grothaus, L.C., Burns, W.F., 1980. Influence of light and temperature on monoterpene emission rates from slash pine. Plant Physiology 65, 797-801.
- 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.