

5B3) 침엽수(소나무, 낙엽송)로부터 배출되는 계절별 자연VOC (NVOC) 배출량 비교에 관한 연구 A Comparison on Seasonal NVOCs emissions Coniferous trees in Season

김조천 · 임준호 · 홍지형¹⁾ · 선우영 · 김기준 · 신원섭²⁾
건국대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기공학과, ²⁾충북대학교 임학과

1. 서 론

우리나라의 대기 중 오존농도는 해마다 높아져 온존주의보 발령일수가 증가추세에 있다(환경부, 2001). 이러한 대기 중 오존 농도 감소를 위하여 인위적인 VOC 규제 등의 많은 노력이 기울여지고 있다. 그러나 전 지구적으로 자연적인 VOC(NVOC)의 양이 인위적인 VOC의 약 7배 정도에 이를 것이라고 추정되고 있다(Guenther et al., 1995). 특히 우리나라는 전국토의 65%가 산림이고, 그 중 침엽수림이 44.7%에 이르고 있기 때문에 우리나라에서도 대표적인 NVOC인 모노테르펜(Monoterpene)에 대한 관심이 점점 커지고 있다. 본 연구에서는 남한강 유역의 월악산 국립공원 일대를 샘플링 대상지역으로 하여 계절별 배출특성에 관한 연구를 수행하였으며, 대상 수종은 침엽수 중 우리나라에 대표적인 수종인 소나무(*Pinus densiflora*)와 낙엽송(*Larix leptolepis*)을 선정하여 NVOC의 배출속도와 두 수종간의 물질구성비에 대하여 고찰하였다.

2. 연구 방법

자연에서 배출되는 NVOC 시료를 샘플링하기 위한 방법으로 semi-static enclosures나 dynamic flow-through chamber 등이 사용되어 왔다. 본 연구에서는 기존 방법의 문제점을 보완한 enclosure chamber system이 이용되었고, 실험에 앞서 chamber내의 NVOC의 혼합현상과 평형농도에 도달되는 시간을 알아보기 위한 실험이 수행되었다. Zero air system과 vacuum pump가 사용되었고, 모든 유량은 MFC를 사용하여 조절하였다. 시료 흡착에 의해 얻어진 샘플트랩(Sample Trap)은 현장에서 저온(4℃ 이하) 저장하여 실험실로 운반되었으며, 정성분석을 위하여 Cryogenic system인 자동열탈착장치(Tekmar 6000)와 GC/MSD(HP6890/HP5973) 시스템을 동시에 이용하여 분석하였다. 정량분석을 위하여 또 다른 동일한 자동열탈착장치(Tekmar 6000)와 연결된 GC/FID(HP5890) 시스템이 이용되었다.

3. 결과 및 고찰

침엽수에서 다량 배출되는 테르펜은 온도에 민감한 반응을 보이는 것으로 알려져 있다. 그림 1은 소나무와 낙엽송의 ERs(Standard emission rate, 30℃)값을 계절별로 비교한 결과이다. 소나무의 경우 계절별(봄>여름>가을>겨울)로 차이가 나는 것을 알 수 있었으며, 낙엽송의 경우 계절별로 큰 차이는 관찰할 수 없었다. 한편 두 수종간의 ERs값에 있어서 소나무가 낙엽송의 약 2배에서 3배정도 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그림 2에는 두 수종간의 물질구성비를 비교한 그래프로써 소나무는 주로 α -pinene, myrcene, β -phellandrene이 주요하게 나타났다(그림 2a). 또한 낙엽송의 경우에는 α -pinene, myrcene, α -terpinene이 주요하게 나타났다(그림 2b). 수종별로 비교하여 보았을 때 소나무에서는 β -phellandrene이 낙엽송의 경우에는 α -terpinene이 높은 기여율을 나타내었다.

광화학 반응의 측면에서 볼 때, 국내의 침엽수에서는 주로 α -pinene, β -pinene, myrcene, β -phellandrene 등이 배출되는데 α -pinene($5.4 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$)이나 β -pinene($7.9 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$)의 OH 라디칼과의 반응상수 보다 myrcene($21.5 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$)이나 β -phellandrene($16.8 \times 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$)의 반응 상수가 3배가량 크다고 알려져 있다(Calogirou et al., 1999). 이러한 관점에서 볼 때, 미국의 slash pine의 경우에는 α , β -pinene이 약

90% 가량을 차지한다(Tingey et al., 1980; Kim, 2001). 반면 국내의 소나무에서는 myrcene, β -phellandrene이 높은 비율(51.1%)로 배출된다. 즉, 국내 침엽수종 대부분을 차지하는 소나무에서는 반응성이 α , β -pinene 보다 3배가량 높은 myrcene과 β -phellandrene 물질이 많은 양으로 배출되고 있어 국내 광화학 스모그 발생에 더 큰 영향을 미칠 수 있다고 판단된다.

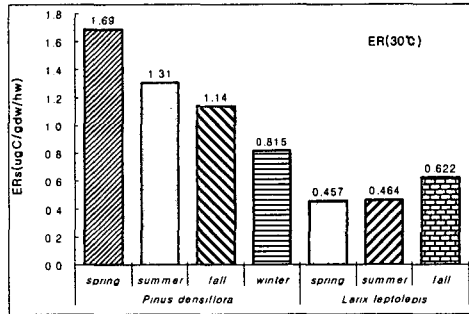


Fig. 1. Comparison of Emission Rates by season for three species.

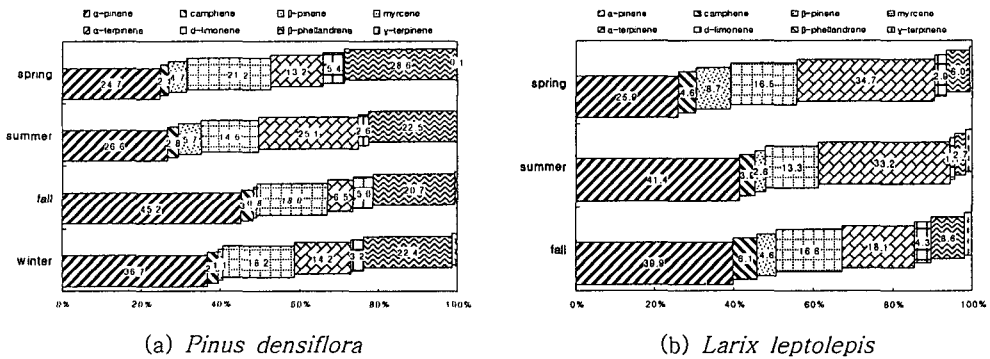


Fig. 2. Composition of monoterpenes by species in spring.

사 사

본 연구는 환경부의 "차세대핵심환경기술개발사업(Eco-technopia 21 project)"으로 지원받은 과제입니다.

참 고 문 헌

Jo-Chun Kim (2001) Factors controlling natural VOC emissions in a southeastern US pine forest. Atmospheric Environment. 25, 2379-3292.

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.