

1D4) 참나무 수종별 Isoprene 배출속도 비교

A comparison study on Isoprene emission rates from various Oak trees

김조천 · 임용재 · 선우영 · 김기준 · 홍지형¹⁾

건국대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

인간의 활동에 의해 생성되고 배출되는 휘발성유기화합물질(VOCs : Volatile Organic Compounds)들의 대기화학적 역할과 그 중요성은 최근 많은 나라에서 커다란 관심의 대상이 되고 있다. 산림은 대기 중으로 유입되는 자연 VOC(NVOC)의 주요 배출원이다. 우리나라의 경우 산림과 농경지가 각각 전국토의 65%, 20%를 차지한다는 점을 감안하면 산림이 NVOC의 주요 배출원일 것으로 추정할 수 있으며 특히, 반응성이 강한 탄화수소의 배출원이란 점은 중요한 의미를 지닌다. 전 세계적으로 NVOC의 배출량이 인위적인 것의 약 7배 정도에 이를 것으로 추정되고 있다. 특히, 우리나라의 경우 전국토의 2/3가 산림으로 이루어져 있기 때문에 NVOC의 양이 인위적인 VOC의 양을 훨씬 초과할 것으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 국내에서는 NVOC에 대한 정량적인 배출량 산출이 거의 없어 배출량 산정에 어려움이 많고, 외국자료를 인용한 배출량 산출로 인해 자료의 신뢰성에도 논란의 여지가 많았다. 따라서 우리나라의 실정에 맞는 광화학스모그 모델링 예측을 위해서는 신빙성 있는 배출목록 및 배출계수를 산출하여 정확한 NVOC배출량을 얻는 것이 매우 중요하다고 사료된다. 본 연구에서는 참나무속의 봄철 수종에 따른 이소프렌 배출특성을 고찰하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 참나무속 중에서 전남지역의 대표적인 수종인 졸참나무(*Quercus serrata* Thunberg)와 상수리나무(*Quercus acutissima* Carruthers)를 대상으로 2002년 봄철에 연구를 수행하였고, 남한강 유역의 대표적인 수종인 신갈나무(*Quercus mongolica* Fischer)와 갈참나무(*Quercus aliena* Blume)를 대상으로 2003년 봄철에도 측정을 수행하였다. 참나무로부터 배출되는 NVOC의 배출속도 측정을 위하여 Enclosure Chamber System을 사용하였고, Zero Air System (Model 701, API, USA)을 사용하여 생성된 Zero Air를 Enclosure Chamber에 공급하여 주었다. 이 때 MFC를 사용하여 유량을 조절하였다. 시료포집용 흡착트랩은 Tenax TA와 CarbotrapTM의 혼합재질을 채운 Pyrex Tube를 사용하여 자체 제작하였다. NVOC가 Chamber 내에서 일정농도가 된 후 샘플링이 이루어지도록 일정시간이 지난 후에 샘플링을 수행하였다(Kim, 2001). 흡착트랩에 포집된 시료는 자동열탈착장치(Aerotrap 6000, Tekmar: Dohrmann, USA)를 사용하여 탈착하였고, 열탈착 후에는 정성분석을 위하여 GC/MS(HP6890/HP5973, USA)를 사용하였다. 한편, 정량분석을 위해서는 GC/FID (HP5890, USA) 시스템이 이용되었다.

3. 결과 및 고찰

참나무속 나무들은 모노테르펜(monoterpene)보다는 이소프렌(isoprene)을 주로 배출하는 수종들이며, 배출속도(emission rate)에 영향을 미치는 중요 인자는 PAR와 온도이다.

그림 1~그림 4는 금성산지역과 월악산지역을 대상으로 졸참, 상수리, 신갈, 갈참나무에 대한 실험의 결과들을 표준조건(온도 : 30°C, PAR : 1,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)인 ERs값(Standard Emission Rates)으로 나타내었다. 2002년 봄철(온도 : 24~41.7°C, Par : 23~2562 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)에는 금성산 지역에서 졸참나무와 상수리나무의 실험을 수행한 결과, 졸참(130.51 $\mu\text{g}/\text{gdw}/\text{hr}$)과 상수리나무(0.038 $\mu\text{g}/\text{gdw}/\text{hr}$)의 경우에는 약 3000배정도의 배출속도 차이가 나타났다. 한편, 2003년 봄철(온도 : 22~41°C, Par : 100~2318 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)에는 월악산지역에서 실험을 수행하였으며, 이 때 신갈나무(61.4 $\mu\text{g}/\text{gdw}/\text{hr}$)와 갈참나무(63.8 $\mu\text{g}/\text{gdw}/\text{hr}$)의 경우에는 거의 비슷한 값이 나타났다. 참나무 속의 속하는 4가지 수종의 실험결과 지역적인 차이는 있지만, 졸참>갈참>신갈>상수리나무 순으로 ERs값이 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 상관계수(r^2)에서도 졸참, 갈참, 신갈나무의 경우에는 0.889, 0.828, 0.807정도로 자연을 대상으로 하는 실험임에

도 불구하고 높은 상관계수를 나타내었다. 반면, 상수리나무($0.038\mu\text{g}/\text{gdw}/\text{hr}$, 0.395)의 경우는 다른 수종에서 볼 수 없는 낮은 값을 나타내었다. 외국과는 수종이 다르므로 외국의 다른 참나무 수종과 비교할 때 절대적인 비교는 불가능하지만 같은 참나무속에 포함된 것이므로 비교의 의미는 있다고 판단된다. 졸참, 갈참, 신갈나무의 경우에는 외국의 어떤 사례들과 비슷한 값을 나타내었지만 상수리나무의 경우에는 다른 연구들에서 볼 수 없는 아주 낮은 값을 나타내었다. 이와 같이 상수리나무의 ERs값이 다른 경우들과 뚜렷이 다르게 나타난 것은 나무의 수종, 수령, 성장조건, 기후, 토질 등에 따른 생리현상이 매우 다르기 때문인 것으로 사료된다. 특히 본 연구의 경우에는 배출속도와 관련하여 수종이 매우 중요함을 알 수 있었고 미래의 연구에 있어서 수종에 따른 배출계수 연구가 매우 중요함을 알 수 있었다.

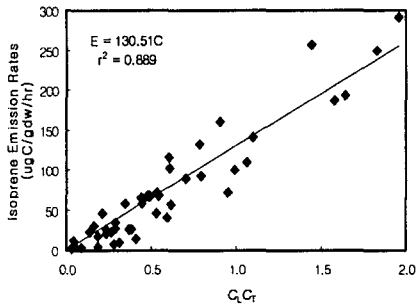


Fig. 1. Variation of Isoprene ERs by $C_L \cdot C_T$ on *Quercus serrata* T. at Gumsung mountain site in spring.

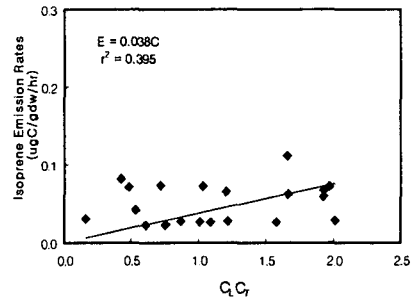


Fig. 2. Variation of Isoprene ERs by $C_L \cdot C_T$ on *Quercus acutissima* C. at Gumsung mountain site in spring.

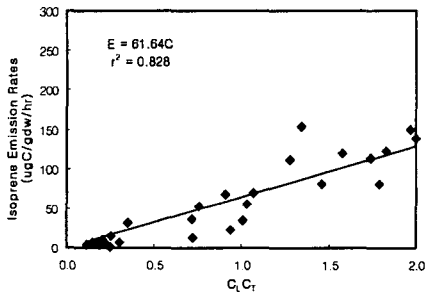


Fig. 3. Variation of Isoprene ERs by $C_L \cdot C_T$ on *Quercus mongolica* F. at Worak mountain site in spring.

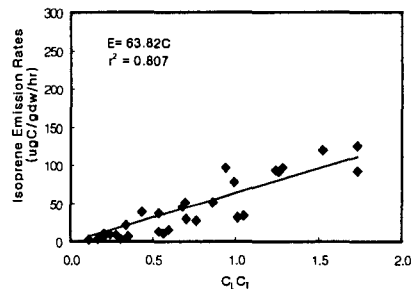


Fig. 4. Variation of Isoprene ERs by $C_L \cdot C_T$ on *Quercus aliena* B. at Worak mountain site in spring.

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.
- Jo-Chun Kim (2001) Development of a novel sampling technique for natural VOC emissions. J. Korean Society for Atmospheric Environment. 17(E2), 61-70.