

5B2)

여름철 낙엽수림의 수종별 Isoprene 배출속도 비교

A Comparison Study on Isoprene Emission Rates from Various Deciduous Trees in Summer

임용재 · 김조천 · 선우영 · 김기준 · 김지용 · 홍지형¹⁾

건국대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

인간의 활동에 의해 생성되고 배출되는 휘발성유기화합물질(VOC : Volatile Organic Compound)들의 대기화학적 역할과 그 중요성은 최근 많은 나라들에게 있어 커다란 관심의 대상이 되고 있다(Barbara et al., 1996). VOC는 발생원에 따라 인위적인(anthropogenic) VOC와 자연적인 VOC(NVOC)로 분류된다. NVOC 배출현상은 인위적인 것 보다 다소 늦게 인식되어 1970년대부터 나무, 초지 등의 식물류로부터 이소프렌(isoprene), 모노테르펜(monoterpene)류의 화합물이 배출된다는 것과 그들의 광화학 반응성이 매우 크다는 사실이 밝혀지면서 그 중요성이 알려지기 시작하였다(Dimitriades, 1981). NVOC의 가장 주요한 배출원은 식물이며(Harley et al., 1996; Karlik et al., 2001; Harrison et al., 2001), 이소프렌, 테르펜, 알코올, 카르보닐화합물, 에스테르 등은 식물에서 발생하는 대표적인 탄화수소화합물들이다. 특히, 이소프렌은 낙엽수림에서 배출되는 주요한 탄화수소로서 NVOC 배출량 중 약 44%를 차지한다(Mueller 1992; Trapp et al., 2001). 본 연구에서는 우리나라 낙엽수림의 대표수종인 참나무과 수종에 대한 배출속도를 측정하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 낙엽수림의 85%를 차지하는 참나무속 중에서 전남지역(N 35°02' 54.2", E 126°43' 01.1")의 대표적인 수종인 졸참나무(*Quercus serrata* Thunberg)와 상수리나무(*Quercus acutissima* Carruthers)를 대상으로 2002년 여름철에 연구를 수행하였고, 남한강 유역(N 36°50' 58.3", E 128°05' 23.8")의 대표적인 수종인 신갈나무(*Quercus mongolica* Fischer)와 갈참나무(*Quercus aliena* Blume)를 대상으로 2003년 여름철에 연구를 수행하였다. 낙엽수로부터 배출되는 NVOC의 배출속도 측정을 위하여 Enclosure Chamber System이 사용되었고, Zero Air System (Model 701, API, USA)을 사용하여 생성된 Zero Air를 Enclosure Chamber에 공급하여 주었다. 이 때 MFC를 사용하여 유량이 조절되었다. 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(Aerotrapp 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

여름철 금성산지역과 월악산지역을 대상으로 졸참, 상수리, 신갈, 갈참나무에 대한 실험의 결과들을 표준 조건(온도 : 30, PAR : 1,000 mol m⁻²s⁻¹)인 ERs값(Standard Emission Rates)으로 나타내었다. 2002년 여름철(온도 : 25.3~34.1, Par : 41~2,360 mol/m²/s)에 금성산지역에서 졸참나무와 상수리나무의 실험을 수행한 결과, 졸참나무(101.4μg/gdw/hr)와 상수리나무(0.062μg/gdw/hr)의 사이에는 약 1600배 정도의 배출속도 차이가 나타났다. 한편, 2003년 여름철에는 월악산지역에서 신갈나무와 갈참나무의 여름철 실험이 수행되었다. 월악산지역(온도 : 22~44.5, Par : 134~2,115 mol/m²/s)의 신갈나무(58.11μg/gdw/hr)와 갈참나무(78.83μg/gdw/hr)의 사이에는 갈참나무의 배출속도가 상대적으로 높게 나타났다. 참나무 수종별 지역적인 차이는 있지만 졸참>갈참>신갈>상수리나무 순으로 ERs값이 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 결정계수(r²)에서도 졸참, 갈참, 신갈나무의 경우에는 0.926, 0.775, 0.635정도로 자연을 대상으로 하는 실험임에도 불구하고 높은 상관도를 나타내었다. 반면, 상수리나무의 경우에는 배출속도(0.062μg/gdw/hr)

와 결정계수(r^2)값이 0.437로 다른 수종에서 찾아 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.

Table 1. A comparison of isoprene emission rates from various deciduous trees in summer

year	region	species	sample(n)	ERs*($\mu\text{gC/gdw/hr}$)	r^2
2002	Gumsung MT.	<i>Quercus serrata</i> T.	23	101.4	0.926***
2002	Gumsung MT.	<i>Quercus acutissima</i> C.	18	0.062	0.437***
2003	Worak MT.	<i>Quercus aliena</i> B.	31	78.83	0.775***
2003	Worak MT.	<i>Quercus mongolica</i> F.	33	58.11	0.635***

ERs*: Isoprene emission rates , *** : $p < 0.001$

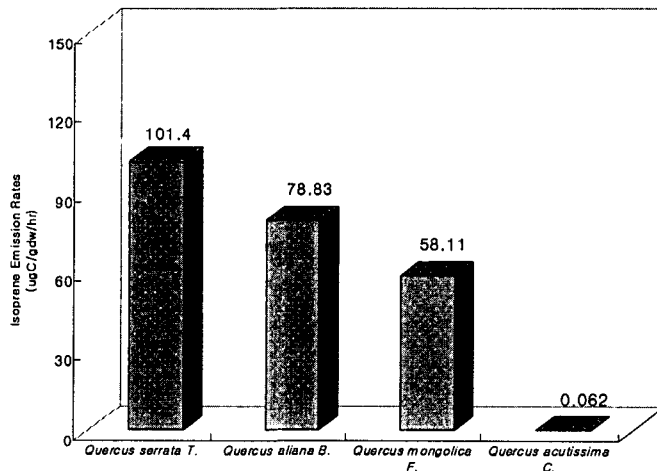


Fig. 1. A comparison of isoprene emission rates from various deciduous trees in summer.

사 사

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

참 고 문 헌

- Dimitriadis, B. (1981) The Role of Natural Organics in Photochemical Air Pollution. J. Air Pollut. Control Assoc. 31, 229-235.
- 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