

PA14) 실내 내장재에서 방출되는 휘발성유기화합물의 경시변화 Variations of VOC Emission Rates from Indoor Wallboards with Elapsed Time

임보아¹⁾ · 김조천^{1,2)} · 김수연²⁾ · 손운석²⁾ · 김기형¹⁾ · 선우영^{1,2)} · 강영석³⁾
박상범³⁾ · 박종영³⁾

¹⁾건국대학교 환경공학과, ²⁾건국대학교 신기술융합학과, ³⁾국립산림과학원 환경소재공학과

1. 서 론

현대사회의 에너지 효율성 향상을 위한 건축물의 기밀화와 복합 화학물질로 구성된 건축자재의 무분별한 보급으로 인하여 실내 공기오염 문제가 심각해지고 있다. 이러한 실내공기오염의 주요 원인은 주택의 다양한 건축자재나 가구, 가정용품 등이며, 주된 성분으로는 합판이나 벽지 등의 건축자재와 페인트, 접착제 등의 석유화학 제품 복합재료에서 배출되는 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds; VOC), 포름알데히드(HCHO) 등으로 알려져 있다(김창남, 2004; 심상호, 2006). 특히 이러한 석유화학 제품에서 다량 방출하는 휘발성유기화합물은 피부병, 두통 등의 인체에 유해한 영향을 유발한다(Sundell, et al., 2004). 이러한 석유화학 제품의 영향으로 인하여 친환경 소재인 목재를 지향하고 있는 추세이며 목질 건축자재의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 실정이다(국립산림과학원, 2005). 나무, 초지 등의 식물류 및 식물가공물질로부터 방출된다고 알려져 있는 자연적인 VOC(Natural VOC; NVOC)는 진정작용, 살충작용, 항생작용을 하는 인체에 유익한 성분으로서 실내에서는 가구, 건축자재 등의 목재로부터 방출되고 있다(김조천, 2006; 강하영, 2003).

최근 10년간 실내 건축자재로부터 발생하는 VOC의 연구가 꾸준히 수행되어 왔으며 건축재료로부터 VOC와 포름알데히드는 오랜기간 실내공기로 방출되는 특징을 가지고 있다(심상호, 2006). 그러나, 현재의 실내공기질공정시험방법에 따른 방출속도는 건축 자재에서 장기적으로 방출되는 VOC 특성이 배제되어 있고, 국내·외적으로 이러한 장기적인 특성을 고려한 자료는 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 실내 내장재로 사용되는 국내 주요 수종(소나무, 잣나무, 낙엽송) 생재의 총휘발성유기화합물(Total VOC) 경시변화를 파악하고, 이 중 주요 테르펜의 구성 비율에 대하여 생재간 상호비교·분석하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 국내 주요 수목에서 방출되는 VOC의 경시변화를 파악하고자 비교실험을 수행하였다. 대상목재는 경기도 포천의 88년생 소나무와 63년생의 잣나무 및 85년생의 낙엽송 생재를 선정하였다. 목재는 함수율을 그대로 유지하여 제재(142mm × 142mm × 15mm)하여, 실내공기질공정시험방법에서 규정하는 20L 소형챔버법을 사용하였다. 스테인리스스틸(stainless steel) 재질의 20L 챔버를 항온·항습기 내에 설치하고 시험 기간 동안 온·습도는 각각 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ 의 범위가 유지되도록 하였으며 환기 횟수는 시간당 0.5회가 되도록 하였다. 시간 경과에 따른 배출속도를 알아보기 위해 시험 설치 후 익일부터 총 14일간, 6회의 시료를 채취하였다. 이때 시료의 채취는 자체 제작한 TenaxTA와 CarbotrapTM을 채운 Pyrex 재질의 흡착관을 사용하였다. 채취한 시료는 Cryogenic System인 자동열탈착장치(Tekmar 6000)가 장착된 GC/MSD(Agilent Technologies, 5975)를 사용하여 정성 및 정량 분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

α -pinene, camphene, d-limonene, γ -terpinene 등의 16가지 테르펜 물질을 NVOC로 나타내었고, 기타 테르펜을 제외한 물질을 OVOC(Other VOC)로 정의하였다.

20L 소형챔버법을 사용하여 측정된 국내 주요 수목의 생재의 VOC 경시변화는 그림 1과 같다. 소나

무의 TVOC 배출속도는 시편설치 후 1일 후에 $12,187\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높았고 3일 후에는 $6,300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 감소하였다. 3일 이후에 다시 증가하여 5일차의 TVOC 배출속도는 $9,953\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났고 14일까지 점차 감소하였다. 전체의 배출속도를 비교해 볼 때 소나무의 배출속도가 가장 높았고, 그 다음은 잣나무, 낙엽송의 순서였다. 잣나무와 낙엽송 TVOC의 경우도 소나무와 마찬가지로 1일부터 3일까지 감소하였고, 3일 이후부터는 증가하다가 5일부터 감소하는 경향을 보였다.

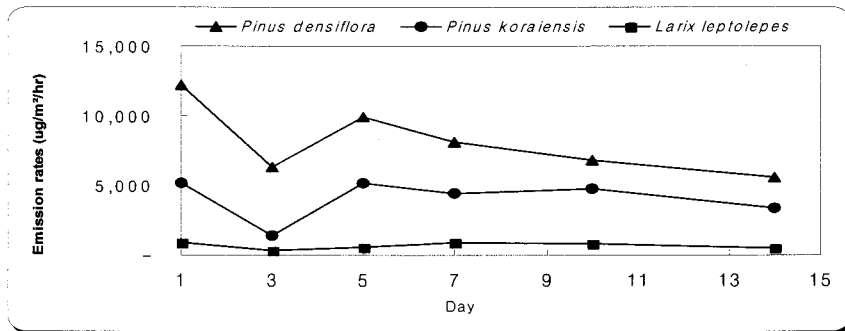


Fig. 1. Emission rates of TVOC from three species with elapsed time.

시간의 경과에 따른 NVOC 배출속도는 TVOC와 유사한 경향을 보이고 있고 TVOC 중 NVOC의 차지비율은 70% 이상이었다. 특히 소나무의 NVOC 비율은 약 90% 이상을 차지하여 다른 수종에 비해 NVOC 비율이 높았음을 알 수 있었다. 이는 소나무의 맥관(duct)과 분비기관(gland)에 존재하는 수지구(resin canal)에 의한 영향으로 판단된다(Dominiguez-Taylor et al., 2007). NVOC의 주요 구성 물질은 α -pinene, camphene, β -pinene, β -phellandrene과 d-limonene 등으로 같은 수종에서도 시간의 경과에 따라 배출 비율에 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다. 특히 잣나무에서는 시간이 경과될수록 α -pinene의 방출속도가 증가하고 a-terpineol의 방출속도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 생목재 고유의 특성 차이가 있기 때문인 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 김조천 (2006) 국내의 휘발성 유기화합물(VOC) 현황 및 관리기술, 한국대기환경학회지, 22(6), 743-757.
- 김창남 (2004) 실내공기중의 개별 VOC 농도 변화에 관한 측정연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 24(2), 983-986.
- 강하영 (2003) 피톤치드의 비밀, 역사넷.
- 심상효 (2006) 신축공동주택의 실내공기질 특성 및 평가 -휘발성유기화합물 및 포름알데히드 중심으로-, 한국환경보건학회지, 32(4), 275-281.
- Dominguez-Taylor, P., L.G. Ruiz-Suarez, I. Rosas-Perez, J.M. Hernández-Solis, and R. Steinbrecher. Monoterpene and isoprene emissions from typical tree species in forests around Mexico City, Atmospheric Environment, 41, 2780-2790.
- Sundell, J. (2004) On the history indoor air quality and health, Indoor Air, 14, 51-58.