

PA11) 목질제품으로부터 배출되는 휘발성유기화합물질(VOCs)

Composition of Volatile Organic Compounds (VOCs) from Different Wood Species Products

박현주 · 김조천 · 박병대¹⁾ · 선우영 · 박강남
건국대학교 환경공학과, ¹⁾경북대학교

1. 서 론

현대인들은 하루 생활 중 90% 이상을 실내에서 생활하고 있기 때문에 실내공기질에 관한 관심이 커지고 있으며 특히 발암성을 갖는 실내오염물질에 대한 관심은 더욱 증가되고 있다. 실내오염의 실례로 빌딩증후군(sick building syndrome, SBS)문제는 건물 내 거주자들이 건강과 관련하여 피부병, 두통, 구토 등의 증상을 호소하고 있다. 그 주요 원인 물질로는 건축자재인 벽지, 페인트, 타일, 생활용품, 가구의 칠, 흡연 등이며 여기에서 발생하는 오염물질은 일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소, 아황산가스, 오존, 미세먼지, 중금속, 석면 휘발성유기화합물, 포름알데하이 등 이다. 특히 VOCs 경우 실내공기질법(IAQ)에서 2004년부터 주요한 성분으로 다루어지고 있다. 그러나 실내에는 일반적으로 건축자재인 벽지, 페인트, 타일 외에도 목재로 되어진 가구들이 주로 존재하고 있으며, 목재로부터 배출되는 VOCs 중 자연 VOCs의 경우 사람의 건강에 이로운 영향을 주고 있다. 즉 목재의 추출 성분은 신체의 활성을 증가시키고 숙면을 취하게 하며 인체의 신진 대사를 촉진시킴으로써 피로회복을 빠르게 하고 혈액 순환을 원활히 하여 혈압을 안정시키는 효능을 지니고 있다. 또한 목재의 추출 성분은 곰팡이나 세균의 번식을 억제하는 효과도 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 종류별 건조 목재와 인위적으로 처리·가공된 합판으로부터 배출되는 TVOC를 조사하고, 이 중 자연 VOCs가 차지하는 구성비율과 주요 모노테르펜(Monoterpene) 구성비율에 대해서 비교·고찰하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 건조 목재 4종과 합판 2종에 대하여 비교 실험을 수행하였다. 건조 목재로는 현재 우리나라에서 목질제품으로 주로 사용되고 있는 수종인 소나무와 낙엽송, 백합나무, 삼나무를 선택하였으며, 수령이 48년, 흉고 22cm 이상의 나무가 선정되었다. 또한 수분함량을 10%로 하기 위해 오븐에서 약 60℃로 열기 처리하였다. 합판의 경우 벨라민수지와 10%의 UFP로 처리된 낙엽송과 남양재를 사용하였으며 각각의 실험 대상 목재는 실내공기질법(IAQ)에서 규정하는 Stainless steel 재질의 20L 소형 챔버를 사용하였으며, 챔버를 항온항습기에 넣어 온도 25℃, 습도는 50%로 실험 기간 동안 일정하게 유지되도록 하였다. 챔버 내부에서 노출되는 시료의 면적은 162mm×162mm 이고 환기 횡수는 167ml/min의 유량으로 시간당 0.5회가 되도록 한 후 7일 후 VOC를 흡착트랩으로 10L 채취하였다. 이때 사용된 시료포집용 흡착트랩은 Tenax TA와 CarbotrapTM을 채운 Pyrex Tube를 자체 제작 후 사용하였으며 흡착트랩에 포집된 시료는 정성분석을 위하여 Cryogenic system인 자동열탈착장치(Tekmar 6000)와 GC/MSD(Perkin Elmer, Clarus 500)을 사용하였다. 또한 정량분석을 위하여 자동열탈착장치(Tekmar 6000)와 연결된 GC/FID(HP5890) 시스템이 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

20L 용량의 소형 챔버법에 의한 건축자재 측정방법에 따라 수행된 건조 목재에서 방출된 TVOC 배출량을 측정한 결과가 그림 1에 잘 나타나있다. 특히, 소나무의 TVOC가 4가지 목재 중 1,267 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$ 로 가장 높게 나타났으며, 이는 삼나무의 TVOC 보다 약 55배 높은 수치이다. 이런 결과의 원인은 소나무 내 resin canals(송진)의 영향인 것으로 판단되며 그림 1 (b)에서 보는 바와 같이 소나무와 낙엽송에서의 주요 모노테르펜은 α -pinene, β -pinene, d-limonene 이었고, α -pinene이 전체 모노테르펜의 약 60% 이

상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 또한 백합나무와 삼나무의 경우 자연 VOC의 배출량이 소나무와 낙엽송에 비하여 현저히 낮았으나 주요 구성성분은 α -pinene, β -pinene, d-limonene으로 비슷한 경향을 나타내었다. 반면 합판의 경우 그림 2에서 보는 것과 같이 낙엽송과 남양재 합판의 경우 TVOC가 각각 $59.77\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$, $45.3\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$ 으로 건조된 소나무에 비해 2~3배 가량 차이가 나는 것을 알 수 있었다.

본 연구 결과에 따르면 목재로부터 배출되는 자연 VOC의 양이 전체 TVOC의 대부분(80% 이상)을 차지하고 있었으며, α -pinene, β -pinene, d-limonene이 주요 구성성분임을 확인할 수 있었다. 그러나 합판의 경우 특히 남양재 합판은 TVOC의 90% 이상이 인체에 유해한 인위적 VOC가 차지하였다. 향후 연구에서는 수종, 수령, 흉고에 따른 목재와 인위적인 가공에 따른 목재로부터 배출되는 VOC의 연구가 수행 되어야 할 것으로 사료된다.

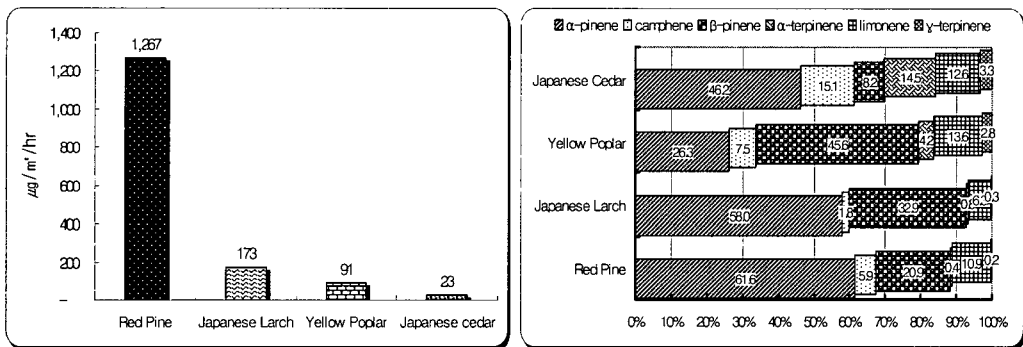


Fig. 1. Total VOC emissions and Compositions of natural VOCs from different wood species.

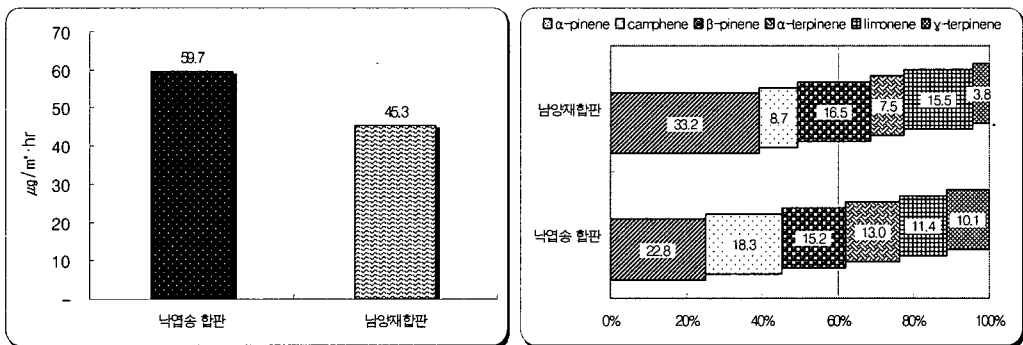


Fig. 2. Total VOC emissions and Compositions of natural VOCs from different plywoods.

참 고 문 헌

강하영 (2004) 피톤치드의 생리활성기능 1, 산림, 11월호, p.54-46.
 박현주, 김조천, 박병대, 박강남 (2006) 건조목재의 모노테르펜 배출특성에 관한 연구, 한국대기환경학회지, 22(1), 145-151.
 오세창, 안세희, 한규성 (2004) 목재와 인간생활, 선진문화사, p.157.
 전준민 (2004) 신축 공동주택의 HCHO/TVOCs 성분에 대한 측정사례, 실내 공기질 정책 및 관측기술
 Cronn, D.R., Truitt, S.G. and Campbell, M.J. (1983) Chemical characterisation of plywood veneer dryer emissions. Atmospheric Environment 7, 201-211.
 Mølhave, L., Kjaergaard, S. K., Hempel-Jørgensen, A., Juto, J. E., Andersson, K., Stridh, G. and

- Falk, J. (2000) The eye irritation and odor potencies of four terpenes which are major constituents of emissions of VOCs from Nordic softwoods. *Indoor Air* 10, 315-318.
- Wolkff, P., Clausen, P. A., Wilkins, C. K and Nielsen, G. D. (2000) Formation of strong airway irritants in terpene/ozone mixtures. *Indoor Air* 10, 82-91.