Journal of Environmental Science International
22(11); 1451~1456; November 2013
pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2013.22.11.1451

ORIGINAL ARTICLE

시간변화에 따른 울산지역 산책로의 피톤치드 특성연구

박흥재* · 유봉관[1] · 박선호[1] · 이진열[1] · 함유식[1] · 정성욱 · 변기영 · 이현희 · 최승훈 · 손지민 · 이미림[2]
인제대학교 환경공학부, [1]울산광역시보건환경연구원, [2]호남대학교 치위생학과

Study on Timely Characteristics of Forest Phytoncide in Ulsan Metropolitan Trails

Heung Jai Park*, Bong Gwan Yu[1], Sun Ho Park[1], Jin Yeol Lee[1], Yoo Sik Hahm[1], Seong Wook Jeong, Ki Yeong Byeon, Hyun Hee Lee, Seung Hoon Choi, Ji Min Son, Mi Lim Lee[2]

Department of Environmental Engineering, Inje University, Gimhae 621-749, Korea
[1]Ulsan Institute of Health and Environment, Ulsan 680-845, Korea
[2]Department of Dental Hygiene, Honam University, Gwang ju 506-714, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the timely characteristics of phytoncide in forest trail of Ulsan Metropolitan. Air samples were collected from July to October 2011. The phytoncide were detected and quantified using a Gas Chromatograph Mass Spectrometer(GC/MSD). This study are summarized as follows ; The highest levels of phytoncide concentration of August is higher than other months in Munsu Mt. and Samho Mt.(town mountains). The higher phytoncide emission rates found in the morning and in the evening. The concentration of phytoncide was understanded to be greatly influenced by environment change of day time.

Key words : Timely characteristics of phytoncide, Trail of ulsan metropolitan

1. 서 론

과학과 경제발전에 따른 산업화 및 도시화가 급격히 진행되면서 현대인은 물질적인 풍요로움을 누리면서 생활하고 있으나, 스트레스로 인해 정신질환, 아토피 피부염 등의 정신적, 육체적 및 환경성 질환이 크게 증가 하였으며, 급격한 도시화가 진행되면서 자연과 접촉하는 공간이 계속 줄어드는 실정이다. 이러한 환경성 질환을 해결하기위해 다양한 연구가 진행 중이다. 이 중 나무에서 방출되는 피톤치드의 성분은 다른 식물에 대한 생장 저해 작용, 곤충이나 동물로부터 줄기나 잎을 보호하기 위한 섭식저해작용, 곤충이나 미생물 등 외부로부터 자기방어, 생존의 수단으로 방출하여 기피, 유인, 살충 및 살균작용 등(Lee 등,2012; Kang 과 Kim, 2012), 다른 생물에게는 공격적으로 작용하지만 인체에는 유익하면서 다양한 생리 활성을 가지고 있어 혈중 콜레스테롤 농도 저하와 우리 몸의 면역력 증진과 마음을 안정시켜 스트레스를 낮춰 주

Received 14 March, 2013; **Revised** 18 April, 2013;
Accepted 19 June, 2013
***Corresponding author** : Heung Jai Park, Department of Environmental Engineering, Inje University, Gimhae 621-749, Korea.
phone: +82-55-320-3418
E-mail: phjenv@yahoo.co.kr

ⓒ The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
ⓒⓒ This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 역할 등 피톤치드에 의한 치유효과를 높게 평가하게 되면서, 피톤치드의 효능을 느끼기 위해 주말이면 스트레스 해소, 건강증진 등 여가와 휴양을 위해 숲과 자연 휴양림을 찾아 삼림욕을 즐기는 사람들이 눈에 띄게 증가되고 있다(Park 등, 2010; Lee 등, 2012; Dimitriades, 1981). 이미 선진국에서는 숲을 이용한 의료와 복지의 적용이 이루어지고 있으며, 산림 활동이 단순한 휴양활동의 수준을 벗어나서 심신의 건강을 증진하고 질환을 치유하는 산림요법, 산림의학 등으로 발전하고 있는 추세이다. 또한 우리나라의 경우 전국에 115개의 자연휴양림이 국가, 자치단체 및 개인에 의해 운영되고 있으며, 이들 자연 휴양림의 조성과 이용객수는 점차 늘어나는 추세이다(Lee 등, 2012).

따라서 본 연구에서는 울산지역에서 침엽수가 주종을 이루고 있는 문수산 및 삼호산의 도심 산책로 및 활엽수종이 주를 이루는 신불산의 자연 휴양림을 대상으로 공기 중 피톤치드의 시간대별 및 월별 분포 특성을 연구하여 건강증진을 위한 효과적인 피톤치드 활용방안을 알아보고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사대상 지점 및 조사 항목

본 연구에서는 울산광역시 소재 도심내의 대표적 등산로 중 침엽수림이 우점을 차지하고 있는 문수산, 삼호산 및 울산의 대표적인 휴양림으로 나무의 밀집도는 높으나 활엽수림이 주를 이루는 지점으로 신불산 휴양림을 조사 지점으로 하여 농도를 비교하였다(Fig. 1).

측정 시기는 2011년 7월에서 2011년 10월까지 매월 1회 측정하였으며, 1일 측정 시 06시에서 24시 까지 시간 단위로 조사 하였다. 측정 항목은 피톤치드의 대표적 물질인 α-Pinene, β-Pinene, camphene, α-Terpinene, γ-Terpinen, myrcene, Limonene 을 측정 분석 하였다.

2.2. 시료포집 및 분석

시료 채취는 conditioning된 Tenax TA(Markers co.) tube를 이용하여 지면에서 1.5 m 높이에 샘플링 펌프(Sibata MP-Σ30 Japan)을 수평이 맞도록 설치하고, 100 ml/min 유속으로 총 12 L의 공기유량을 포집하였다. 채취한 흡착관은 열탈착장치(Unity, Markes, UK)가 장착된 가스크로마토그래프/질량분석기(GC/MS, Varian, USA)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 조사 지점에 따른 피톤치드 월 평균 농도

각 조사지점에서의 피톤치드 월 평균 농도는 Fig. 2에 나타내었다. 침엽수림이 우점을 이루고 있는 문수산 조사지점에서 피톤치드 8월 평균 농도는 214.0 ㎍/㎥으로 가장 높게 나타났고, 7월이 103.0 ㎍/㎥ 으로 다음 순위를 이었다. 기온이 하강하는 9월, 10월의 농도는 급격하게 감소하는 것을 알 수 있었다. 삼호산의 경우도 유사한 경향을 나타내었다. 이로써 기온이 높

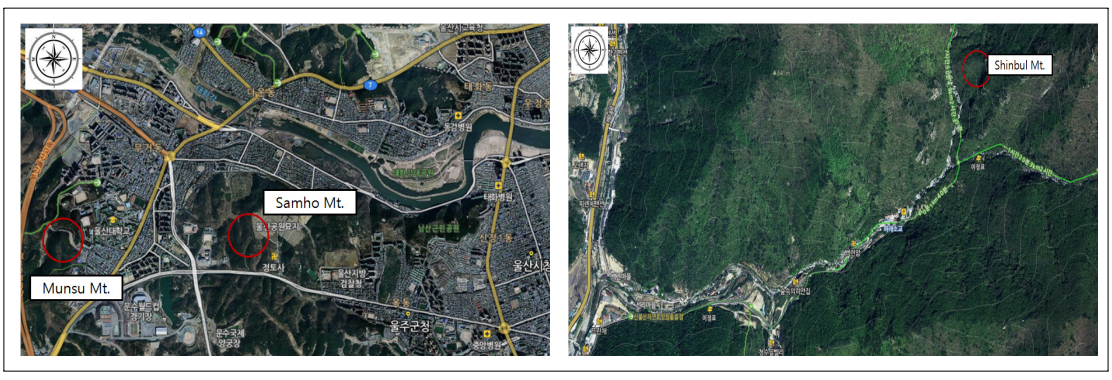

Fig. 1. Sampling sites.

은 여름에 피톤치드 성분의 배출이 증가한다는 이전의 연구 결과와 유사하였다(Hakola 등, 2002; Hsieh 등, 1999; Yatagai등, 1995). 활엽수림이 우점을 차지하는 신불산의 경우 7월의 평균 농도가 28.9 ㎍/㎥로 8월의 농도 9.5 ㎍/㎥ 보다 높은 것으로 조사되었다. 신불산의 경우 다른 두 조사지점과 달리 인근 도시 지역을 벗어난 휴양림으로 조성되어있는 곳으로 풍향, 풍속 등의 국지적 기상 조건 변화에 의한 요인으로 판단된다. Lerdau 등,(1997)의 보고 따르면 피톤치드의 배출량이 온도의 영향을 받는다고 보고하였으며, Kesselmeier 등,(2000)의 연구에 따르면 대기안정도 및 미기상학적 조건에 따라 피톤치드 성분들이 변할 수 있다고 보고 내용과 유사한 경향을 나타내었다.

3.2. 피톤치드의 시 변화특성

하루 중 시간대별 피톤치드의 농도 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 문수산의 경우 오전 중에 피톤치드의 농도가 점차 증가하다 8~10시 전후에 농도가 가장 높게 나타났으며, 정오를 지나면서 급격히 감소하는 경향을 나타내었으며, 14시 이후에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 삼호산 및 신불산의 경우에도 시간이 흐를수록 점차적으로 감소하다 14시 이후에 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 선행 연구에 따르면 기온과 일사량이 높은 낮에 피톤치드의 배출량이 증가하여

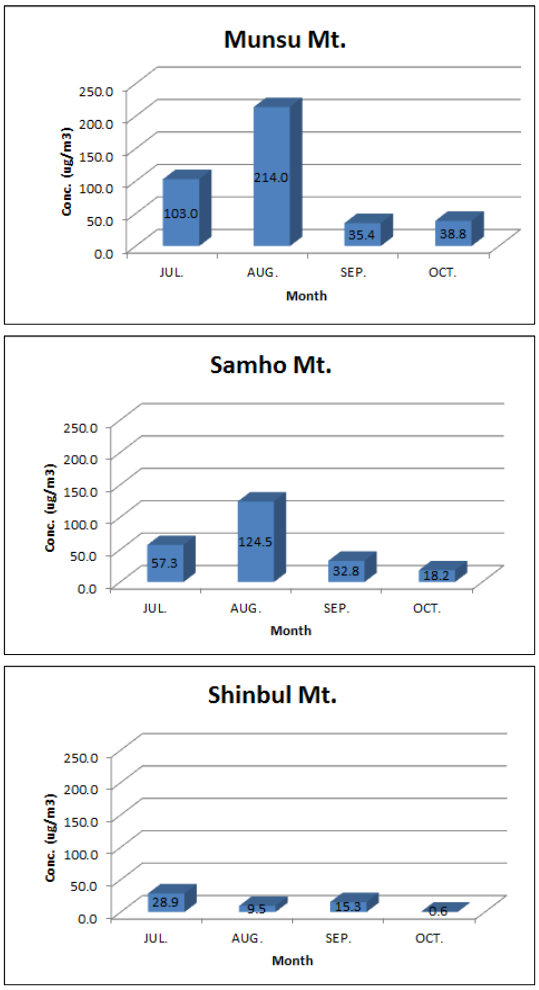

Fig. 2. Average concentration of monthly phytoncide.

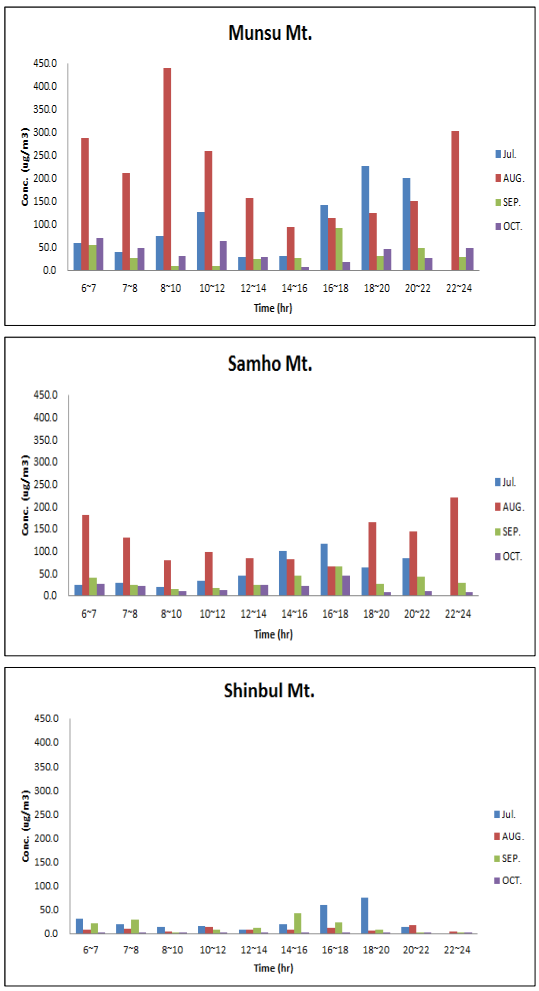

Fig. 3. Variation of phytoncide concentration according to time.

농도가 높다는 보고(Yatagai 등, 1995)와 광화학반응에 의한 분해와 확산으로 낮의 농도가 낮고 대기가 안정되고 광화학 반응이 없고 확산이 줄어드는 저녁에 농도가 높다는 보고(Kang , 2003) 등 두 가지 형태의 피톤치드 농도 변화가 있는 것으로 보고하였다.

본 연구에서 피톤치드 농도의 분포 형태는 오전 시간에 높고 정오 시간대에 급격히 감소하며, 야간 시간대에 다시 증가 하는 경향을 나타내었으며, 이는 전남 유명산의 피톤치드 분포(Oh 등, 2009)연구 및 제주도 산림을 대상으로 조사한 결과에서 대기 내 monoterpene의 농도가 야간에 더 높게 측정된 결과(Lee, 2007)와 유사한 경향을 나타내었다.

3.3. 일 중 온도 변화에 따른 피톤치드 발생특성

기상인자와 피톤치드의 농도와의 관계를 알아보기 위해 삼림의 생리적인 활성화가 가장 활발한 8월에 문수산, 삼호산 및 신불산에서 시간대별 피톤치드 농도와 기온 및 상대습도와의 관계를 조사 하였다.

문수산의 경우 일출 후 8~10시에서 피톤치드 농도가 가장 높게 나타났고, 삼호산의 경우 06시의 경우 피톤치드 농도가 가장 높게 나타났으며, 기온이 상승할수록 피톤치드의 농도는 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었으나, 일몰 후 농도가 다시 상승하는 경향을 나타내었다. 이는 낮 시간대에는 일사량과 기온의 상승으로 식물의 활성도가 커져 피톤치드의 배출량이

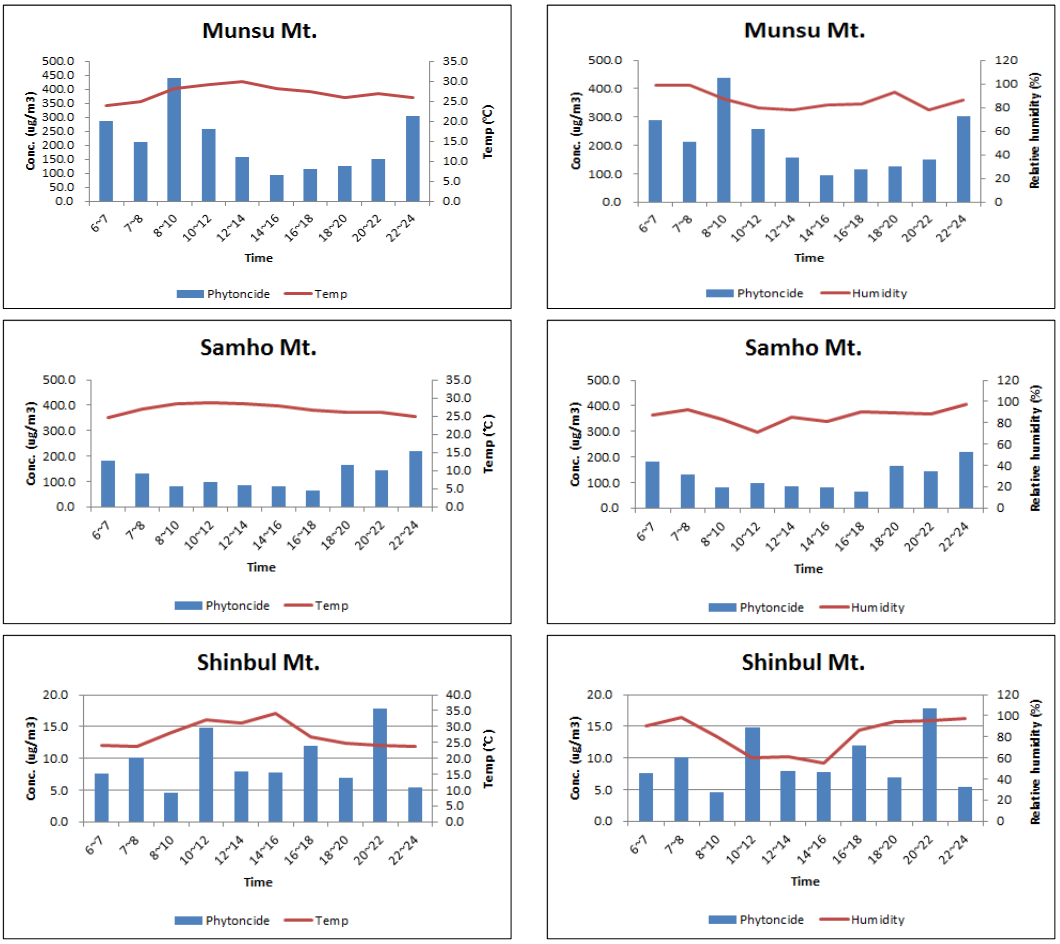

Fig. 4. Relationship between meteorological factors(temperature, relative humidity) and phytoncide concentration.

증가 하지만 광화학반응, 대류, 확산 및 분해에 의해 조사지점의 농도가 감소한 것으로 사료되며, 낮 시간대 방출된 피톤치드가 대기가 안정화되는 밤에도 잔류하는 것으로 판단된다. Kang,(2003)의 보고 및 제주도 산림을 대상으로 조사한 보고(Lee, 2007)와 유사한 경향을 나타내었다. 활엽수림이 우점을 차지하고 있는 신불산의 경우 온도와는 뚜렷한 경향성을 나타내지 않았다. 따라서 본 연구결과 도시 인근 등산로에서의 삼림욕은 오전 06~10시 및 일몰 후의 시간대가 삼림욕 효과가 가장 높음을 알 수 있었다. 상대습도와 피톤치드 농도와의 관계를 보면 문수산과 삼호산의 경우 상대습도가 높은 일출과 일몰 시간대에서 피톤치드의 농도가 높고, 기온의 점차적으로 상승하면서 상대적으로 습도가 감소하는 낮 시간대에는 농도가 감소하는 경향을 나타내었다. 활엽수림이 우점을 차지하는 신불산 휴양림의 경우 상대습도와는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이는 신불산의 경우 깊은 산 계곡에 위치함에 따라 국지적 기상조건 및 확산에 따른 요인으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 울산광역시 소재 침엽수림이 우점종으로 조성되어있으며, 도심내의 숲의 특성을 가지고 있는 문수산과 삼호산의 등산로 지점, 활엽수림이 주를 이루는 울산광역시의 대표적 휴양림인 신불산 지점에서 피톤치드의 농도를 비교하였다.

1. 조사지점별 피톤치드 월평균 농도는 문수산 및 삼호산의 경우 8월의 농도가 각각 214.0 ㎍/㎥, 124.5 ㎍/㎥로 가장 높았고, 신불산의 6월의 농도가 28.9 ㎍/㎥로 가장 높게 나타나는 것으로 조사되었다.

2. 조사기간 동안의 시간대별 피톤치드 농도는 일출 후의 오전 시간대와 일몰직전의 저녁 시간대에서 피톤치드의 농도가 높게 나타나는 경향을 나타내었으며, 또한 피톤치드의 농도와 온도 및 습도와의 관련성에서도 기온이 낮고, 상대습도가 높은 오전 및 저녁시간대의 피톤치드 농도가 높은 것으로 조사되었다.

3. 효과적인 삼림욕을 위해서는 침엽수림이 조성되어 있는 산의 산책로에서 계절적으로 활발한 식물의 생육활동에 의해 상대적으로 피톤치드의 발생량이 많은 봄과 여름, 시간적으로는 오전 6시~12시경이 삼림욕의 효과가 가장 높음을 알 수 있었고, 기온이 높은 한 낮에는 피하는 것이 좋다.

울산지역 등산로의 삼림욕 효과는 침엽수가 상대적으로 많이 분포된 도심산의 오전과 저녁 시간대이고, 기온이 낮고 상대습도가 높을 때 삼림욕 효과가 높으므로 삼림욕 효과를 높이기 위해서는 일중 여가 시간이 될 수 있는 이른 아침과 저녁 시간대 가까운 등산로에서의 가벼운 산책이 정신적, 육체적 안정에 도움이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 울산녹색환경지원센터의 연구비지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Dimitriades, B., 1981, The role of natural organics in photochemical air pollution, J. Air Pollution and Control Association, 31, 229-235.

Hakola, H., Laurila, T., Rinne, HJ.I. and Puhto, K., 2002, The ambient concentration of biogenic hydrocarbons at a northern European, boreal site. Atmospheric Environment, 34, 4971-4982.

Hsieh, C.C., Chang, K.H.and Wang, L.T., 1999, Ambient concentration of biogenic volatile organic compounds in South Tiwan, Chemosphere, 39(5), 731-744.

Kang, D. J., Kim, K. W., 2012, Effects of temperature and wind velocity on phytoncide concentration in Korean pine(*Pinus Koraiensis*) forest, J. Korean Soc. People Plants Environ., 15(1), 15-20.

Kang, H. Y., 2003, Secret of the phytoncide, Seoul: Yeoksanet.

Kesselmeier, J., Kuhn, U., Wolf, A., Andreae, M. O., Ciccioli, P., Brancaleoni, E., Frattoni, M., Guenther, A., Greenberg, J., De Castro Vasconcellos, P., Telles de Oliva., Tavares, T., Artaxo, P. 2000, Atmospheric volatile organic compounds(VOC) at a remote tropical forest site in central Amazonia. Atmospheric Environment, 34. 4063-4072.

Lee, H. Y., 2007, Concentration of monoterpenes in the atmosphere of forests at Jeju area, master thesis Jeju national university.

Lee, S. W., Park, D. G., Kim, K. Y., 2012, Characteristics of phytoncide production at the recreation forest in the Chungbuk area, Korean society of Environmental Impact Assessment, 21(2), 279-287.

Lerdau. M., Guenther, A. and Monson, R. 1997, "Plant production and emission of volatile organic compounds." Bioscience, 47(6). 373-383.

Oh, G. y., Park, G. H., Kim, I. S., Bae, J. S., Park, H. Y., Seo, Y. G., Yang, S. I., Lee, J. K., Jeong, S. H., 2009, Distribution of Phytoncide(monoterpene) in the forest ambient air at famous mountains in Jeollanam-do,The Annual Report of eollanam-do Institute of Health & Environment,

Park, D. K., Shin, P. S., Kim, C. Y., Kweon, O. K., Suk, T. G., 2010, Distribution characteristics of phytoncide (monoterpene) in the recreation forest in Chungchenbuk-do, The Annual Report of Chungchenbuk-do Institute of Health & Environment, 19, 87-115.

Yatagai, M., Ohira, M., Ohira, T., Nagai, S., 1995, Seasonal variations of terpene emission from tree and influence of temperature, light and contact stimulation on terpene emission, Chemosphere, 30(6), 1137-1149.