

ORIGINAL ARTICLE

계절에 따른 울산지역 산책로의 피톤치드 특성연구

박흥재* · 유봉관¹⁾ · 박선호¹⁾ · 이진열¹⁾ · 함유식¹⁾ · 정성욱 · 변기영 · 김소희 · 정임수 · 이미림²⁾

인제대학교 환경공학부, ¹⁾울산광역시보건환경연구원, ²⁾호남대학교 치위생학과

Study on Seasonal Variation Characteristics of Forest Phytoncide in Ulsan Metropolitan Trails

Heung Jai Park*, Bong Gwan Yu¹⁾, Sun Ho Park¹⁾, Jin Yeol Lee¹⁾, Yoo Sik Hahm¹⁾,
Seong Wook Jeong, Ki Yeong Byeon, So Hee Kim, Im Su Jung, Mi Lim Lee²⁾

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, Gwangju 506-714, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the seasonal variation characteristics of phytoncide in trail of Ulsan Metropolitan. Air samples were collected from May to December 2011. They were collected using Tenax Ta tube and phytoncides were detected and quantified using a Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GC/MSD). This study are summarized as follows; The seasonal concentrations of phytoncide are Munsu Mt. 272.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Samho Mt. 192.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Shinbul Mt. 50.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Sibli Bamboo forest 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and Joongbu Fire Station 24.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Munsu Mt., Samho Mt. and Shinbul Mt. major component ratio is α -Pinene > β -Pinene+Myrcene > Limonene > Camphene > γ -Terpinene > α -Terpinene. Bamboo forest and Joongbu fire station major component ratio is α -Pinene > Limonene > β -Pinene+Myrcene > Camphene > α -Terpinene. The variation of seasonal concentration is summer > spring > fall > winter. The phytoncide concentration of coniferous forest (Munsu Mt., Samho Mt.) is higher than broadleaf forest (Shinbul Mt.).

Key words : α -Pinene, Phytoncide, Seasonal variation, Trail of ulsan metropolitan

1. 서론

경제가 성장함에 따라 산업화와 생활환경의 변화로 각종 스트레스로 정신질환, 아토피 피부염 등 환경성 질환의 증가와 동시에 삶의 질 향상에 대한 욕구도 꾸준히 증가하고 있다. 최근 휴양림이 국민의 사랑을 받는 배경에는 도시화가 급격히 진행되면서 자연과 접촉하는 공간이 계속 줄어들어 있는 데 있다. 지금까지의

휴양은 숲에서 단순히 휴식하는 정도의 활동에 지나지 않았다. 그러나 숲이 인간의 건강을 증진하는 데 기여할 수 있다는 과학적인 연구들이 진행되면서 숲에서의 휴양 활동은 '산림치유'라는 적극적 의미의 휴양 활동으로 전환되고 있다. 또한 국가에서는 국민의 심신 건강을 증진하고 삶의 질 제고를 위한 방안으로 '치유의 숲'이 조성되고 있다. 치유의 숲은 기존의 휴양 개념의 숲을 치유의 공간으로 활용하여 국민의 건

Received 21 February, 2013; Revised 14 March, 2013;

Accepted 9 April, 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.

강유지와 질병을 예방하고자 하는 것이다(Yu 등, 2012).

산림 치유의 중요한 인자로 고려되고 있는 피톤치드(Phytoncide)란 그리스어로 ‘식물’을 의미하는 ‘Phyton’과 살해자를 뜻하는 ‘Cide’(Killer)를 합성한 것으로서 “식물이 분비하는 살균물질”이라는 뜻을 가지고 있다(Nam 과 Uhm, 2008; Kang 과 Kim, 2012). 피톤치드는 어떤 특정한 분자를 가리키는 말이 아니며 식물에서 발산하는 물질로서 살균, 살충, 곤충유인·기피, 균락을 확장시키기 위해 타 식물의 생장 저해작용 및 생리활성을 나타내는 헤르펜류, 페놀 화합물, 알칼로이드, 당분 등과 주된 유효 성분으로 기능하는 5탄소 단위체의 지용성, 방향성 물질이 포함되어 있다.

피톤치드가 다른 생물에게는 공격적으로 작용하지만 인체에 유익하기 때문에 우리 일상생활에서 유용하게 활용할 수 있다. 피톤치드가 주는 효과는 크게 다음 3가지로 요약 할 수 있다. 첫째, 자율신경을 안정시키는데 효과적이며, 간기능을 개선하고 숙면을 돕는다. 둘째, 공기를 정화하거나 악취를 없애는 기능을 한다. 셋째, 식품 방부·살균을 비롯하여 방이나 욕실의 곰팡이, 집먼지 진드기 등의 방충에도 효과적인 뿐만 아니라 항균작용은 인체에 해를 입히는 병원균에도 효과가 있다고 알려져 있다(Kang 과 Kim, 2012).

따라서 본 연구에서는 울산 지역의 등산로 및 도심내의 공기 중 피톤치드의 계절적 변화 및 분포특성을 연구하여 등반 등 건강을 위한 여가활동에서 울산지역의 산림욕에 대한 물질특성과 인체에의 영향을 보고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사대상 지점 및 조사 항목

본 연구에서는 울산광역시 소재 도심내의 대표적 등산로 중 문수산 및 삼호산과, 강변산책로이며 대나무가 주종을 이루는 태화강변의 십리대숲, 대조군으로 도심내의 중부 소방서를 조사 지점으로 하여 농도를 비교하였다. 또한 울산의 대표적인 휴양림으로 나무의 밀집도는 높으나 활엽수림이 주를 이루는 지점으로 신불산 휴양림을 비교대상으로 하였다(Fig. 1).

측정시기는 2011년 2월 ~ 2011년 12월까지 각 계절별 측정하였으며 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 채취 전 Tenax TA(Markers co.) tube는 tube conditioner(APK1200)를 이용하여 320°C에서 1시간동안 고순도 질소 gas를 100 cc/min으로 tube conditioning 하였다. 공기 중 피톤치드 포집은 숲의 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 밀봉하여 냉장상태(-4°C이하)에서 보관하고 일주일 이내에 열탈착장치(Unity, Markes, UK)가 장착된 가스크로마토그래프/질량분석기(GC/MS, Varian, USA)를 사용하였고, 기기의 분석조건은 Table 1과 같다.



Fig. 1. Sampling site.

Table 1. The analytical conditions of GC/MSD

| Gas Chromatography | |
|------------------------------------|---|
| System | Varian, CP-3800 |
| Mobile phase and Flow rate(mL/min) | He, 5 mL/min |
| Column | VF-1, 60 m × 0.32 mm × 1 μm |
| Oven Temp. | 40 °C(4 min)→4 °C/min→230 °C→20 °C/min→280 °C(10 min) |
| Detector | MSD |
| MSD | |
| System | Varian, Saturn 2200 |
| Separation Mode | ion trap |
| Mass Range | 35 ~ 350 amu |
| Electron Energy | 70 eV |
| Ion Source Temp | 200 °C |
| Detector Type | EM |

3. 결과 및 고찰

3.1. 조사지점별 피톤치드 농도

지점별 피톤치드 연평균 농도는 문수산의 농도가 272.3 μg/m³로 가장 높았고, 삼호산(192.4 μg/m³), 신불

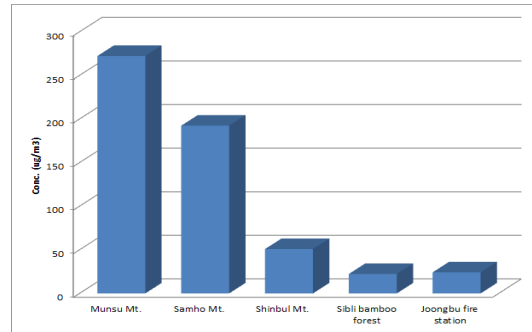


Fig. 2. Average concentration of phytoncide in sampling sites.

산(50.9 μg/m³), 중부소방서(24.2 μg/m³), 십리대숲(22.4 μg/m³) 순으로 나타났다(Fig. 2). 도심내의 숲의 특성을 가졌으며 침엽수림이 조성되어있는 문수산, 삼호산의 피톤치드 농도가 높게 조사되었으며, 대표적인 휴양림으로 나무의 밀집도는 높으나 활엽수림이 우점을 이루는 신불산은 상대적으로 낮은 농도 수준으로 조사되었다. 이는 활엽수에서 주로 배출되는 피톤치드 항목 중 isoprene이 본 연구에서 제외된 항목

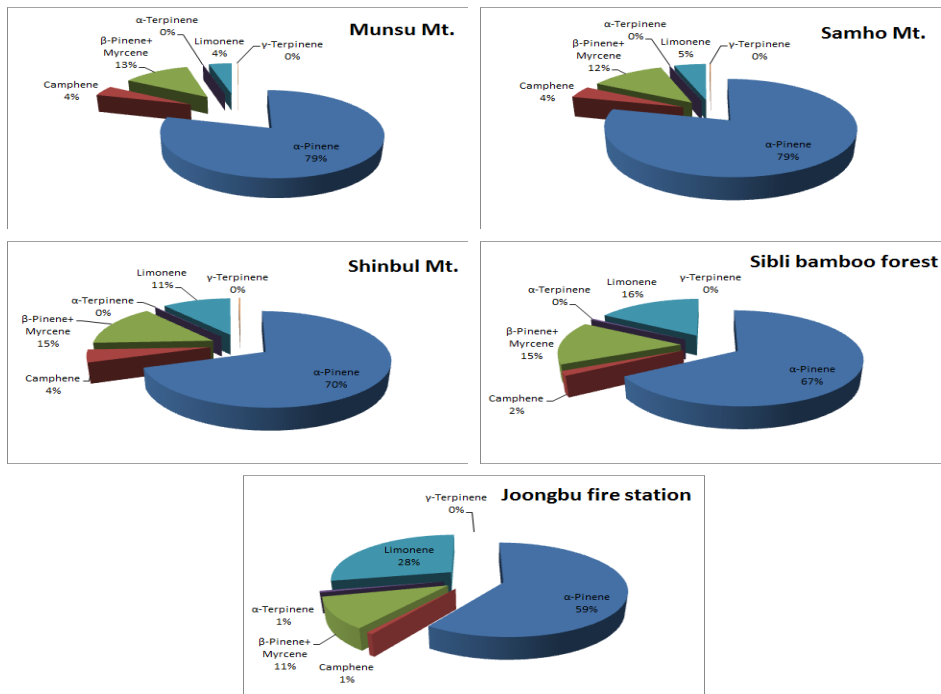


Fig. 3. Average component ratio of Phytoncide in sampling sites.

이므로 피톤치드의 농도는 다소 낮은 수준으로 조사된 것으로 사료된다. Park 등(2010)은 침엽수에서는 monoterpene이 대표적으로 많이 배출되고 활엽수에서는 주로 isoprene이 배출되며, monoterpene이 나뭇잎 표면의 기공을 통해 배출되는 특성상 침엽수의 비표면적이 활엽수보다 높은 원인으로 보고하였다.

각 조사지점별 피톤치드 성분의 구성비는 문수산, 삼호산 및 신불산의 경우 α -Pinene의 구성비가 가장 높은 것으로 조사되었고 그 다음 β -Pinene+Myrcene > Limonene > Camphene > γ -Terpinene > α -Terpinene 순으로 조사되었고, 십리대숲 및 중부소방서의 경우 α -Pinene > Limonene > β -Pinene+Myrcene > Camphene > α -Terpinene 순으로 인근 침엽수림과 달리 Limonene이 높은 조성비를 차지하는 특이성을 나타내었다(Fig. 3). Limonene의 경우 감기, 혈액순환, 고혈압, 우울증 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Park 등, 2010).

3.2. 계절별 피톤치드 농도

계절별 피톤치드 농도는 사계절 조사 분석이 이루어진 문수산, 삼호산 및 신불산의 농도 분포를 나타내었다(Fig. 4). 계절별 농도 분포는 침엽수림이 주종인 문수산 및 삼호산의 경우 여름 > 봄 > 가을 > 겨울 순으로 나타나 기온이 높은 여름에 피톤치드 성분의 배출이 증가한다는 기존의 선행 연구와 일치하였으나(Park 등, 2010; Hakola et al., 2002; Hsieh et al., 1999; Yatagai et al., 1995), 활엽수림이 우점을 이루

고 있는 신불산의 경우 봄 > 여름 > 가을 > 겨울 순으로 피톤치드 배출량이 점차 감소하는 것으로 조사되었다. 여름철이 봄, 가을, 겨울 보다 온도와 습도가 높기 때문에 식물의 생리활성도 및 기공에서의 배출량이 상대적으로 높아 타 계절보다 높은 농도수준으로 조사된 것으로 사료된다.

계절별 피톤치드의 농도는 Table 2에 나타내었다. 계절별 가장 높은 농도를 나타내는 여름철의 문수산에서 $137.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높게 조사되었다. 이때 피톤치드 조사 항목 중 α -Pinene의 농도가 $122.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도가 높게 측정되었다. α -Pinene 성분은 각종 근육통과 감기, 관절염, 정신피로, 혈액순환 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있으며, Camphene의 성분은 갱년기장해, 모유부족, 피부염증, 강장, 거담, 권위 해독 작용에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Park 등 2010; Kang, 2003).

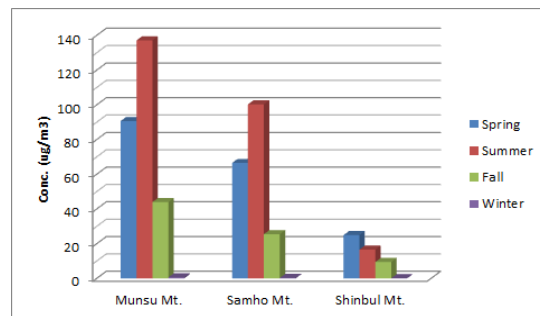


Fig. 4. Seasonal Phytoncide concentration in sampling sites.

Table 2. Seasonal average concentration of Phytoncide in sampling sites

unit : $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Site | Season | α -Pinene | Camphene | β -Pinene+Myrcene | α -Terpinene | Limonene | γ -Terpinene | SUM |
|-------------|--------|------------------|----------|-------------------------|---------------------|----------|---------------------|-------|
| Munsu Mt. | Spring | 58.9 | 5.1 | 23.8 | 0.0 | 2.8 | 0.0 | 90.6 |
| | Summer | 122.9 | 4.3 | 2.1 | 0.1 | 7.5 | 0.2 | 137.1 |
| | Fall | 33.6 | 1.9 | 7.5 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 44.0 |
| | Winter | 0.4 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 |
| Samho Mt. | Spring | 45.9 | 3.6 | 13.2 | 0.2 | 3.2 | 0.3 | 66.5 |
| | Summer | 89.9 | 3.2 | 1.2 | 0.0 | 5.9 | 0.0 | 100.2 |
| | Fall | 15.8 | 1.1 | 8.2 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 25.5 |
| | Winter | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 |
| Shinbul Mt. | Spring | 16.0 | 0.9 | 5.4 | 0.1 | 2.5 | 0.0 | 24.9 |
| | Summer | 14.0 | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 16.6 |
| | Fall | 5.5 | 0.4 | 1.8 | 0.0 | 1.6 | 0.1 | 9.4 |
| | Winter | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |

4. 결론

본 연구에서는 울산광역시 소재 도심내의 숲의 특성을 가졌으며 침엽수림이 조성되어있는 문수산 및 삼호산 등산로지점, 강변에 위치하며, 침엽수림이나 대나무가 주종을 이루는 것으로 조사된 십리대숲, 대조군으로 도심내의 중부 소방서를 조사 지점으로 하여 농도를 비교하였다. 또한 신불산 휴양림에 위치한 측정지점은 대표적인 휴양림으로 나무의 밀집도는 높으나 활엽수림이 주를 이루는 지점으로 도시를 벗어나는 지점으로 측정하여 농도를 비교하였다.

1. 조사지점별 피톤치드 연평균 농도는 문수산의 농도가 $272.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았고, 삼호산($192.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 신불산($50.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 중부소방서($24.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 십리대숲($22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 나타났으며, 침엽수의 분포가 높은 문수산과 삼호산의 등산로가 가장 삼림욕 효과가 높았으며 다음이 활엽수가 주종인 신불산이고 중부소방서와 대나무숲인 십리대숲은 삼림욕의 효과가 없었다.

2. 피톤치드의 물질별 특성에 있어 침엽수림이 우점을 이루고 있는 문수산과 삼호산의 피톤치드 농도는 활엽수림이 주종을 이루고 있는 신불산의 피톤치드 농도보다는 높았으며 그중 관련 성분에 있어 α -Pinene에 의한 삼림욕 효과가 가장 높음을 알 수 있었다.

3. 계절별 농도 분포는 침엽수림이 주종인 문수산 및 삼호산의 경우 여름 > 봄 > 가을 > 겨울 순으로 나타났으며, 활엽수림이 우점을 이루고 있는 신불산의 경우 봄 > 여름 > 가을 > 겨울 순으로 삼림욕의 최적기는 도심 등산로의 경우 여름, 휴양림인 신불산의 경우 봄임을 알 수 있었으며 겨울이 가장 삼림욕 효과가 없음을 알 수 있었다.

울산지역 산책로의 삼림욕효과는 피톤치드의 주요 성분중 α -Pinene의 영향이 가장크며 영남알프스에 속하는 신불산의 경우 활엽수가 주수종이 되어 침엽수가 많이 분포된 도심내 산의 산책로가 삼림욕 효과가 보다 높으며, 여름과 봄이 α -Pinene 발생량이 많아 삼림욕 효과가 높은 계절임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 울산녹색환경지원센터의 연구비지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 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.
- Nam, E. S., Uhm, D. C., 2008, Effects of phytoncides inhalation on serum cortisol level and life stress of college students, Journal of Korean Academy of adult Nursing, 20(5), 697-706.
- 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.
- Yu, B. G., Kim, D. Y., Park, S. K., Kim, J. H., Park, S. H., Lee, J. Y., Hahm, Y. S., Byeon, K. Y., Park, H. J., 2012, A Study on characteristics of phytoncide in the forest in Ulsan, Proceeding of the Korean Society for Atmospheric Environment Conference, Vol. 2012 NO. 5
- Hakola, H., Laurila, T., Rinne, H.J.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.
- 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.