

자연공원과 도시공원의 Soundscape 특성 차이^{1a}

김지연² · 이재윤³ · 기경석^{3*}

Differences in the Soundscape Characteristics of a Natural Park and an Urban Park^{1a}

Ji-youn Gim², Jae-Yoon Lee³, Kyong-Seok Ki^{3*}

요 약

본 연구의 목적은 자연공원과 도시공원을 대상으로 soundscape 특성을 밝히는 것이다. 연구대상지는 강원도 원주시 자연공원(치악산국립공원)과 도시공원(장미공원)이었다. Soundscape 녹음은 Digital Recorder를 이용하였으며, 녹음기간은 2015년 4월부터 2016년 1월까지이었다. 분석기간은 계절별로 8일씩, 총 64일(2개소)이었다. 분석항목은 Soundscape의 일주기 변화, Soundscape 유형, 계절별 차이이었다. Soundscape의 일주기 변화 분석 결과, 자연공원은 태양의 주기에 맞추어 생물 소리가 우점하고 있었으며 주간에 비행기소리가 유입되고 있었다. 도시공원은 인위적 소리가 24시간 높은 빈도로 발생하고 있었다. Soundscape의 세부유형 분석 결과, 자연공원의 생물 소리는 야생조류, 포유류, 곤충류, 양서류로 분류되었고, 무생물 소리는 비 소리, 바람 소리로 분류되었다. 인위적 소리는 대부분 비행기 소리이었다. 도시공원의 생물 소리는 야생조류가 우점하였고, 무생물 소리는 비와 바람 소리가 주로 나타났다. 도시공원의 인위적 소리는 자동차, 사람, 음악, 공사, 청소, 비행기 소리 순으로 나타났다. Soundscape의 계절적 차이 분석 결과 생물 소리는 자연공원이 도시공원보다 봄, 여름, 가을이 높은 것으로 통계적 유의성이 인정되었다. 인위적 소리는 도시공원이 자연공원보다 4계절 모두 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 한국에서 서로 다른 경관에 속해 있는 자연공원과 도시공원을 대상으로 Soundscape 특성을 규명한 첫 번째 연구라는 측면에서 의미가 있다.

주요어: 소리경관생태학, 생물 소리, 무생물 소리, 인위적 소리, 소음

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the characteristics of the soundscape in a natural park and an urban park. The study sites were a natural park (Chiaksan Nationalpark) and an urban park (Rose Park) in Wonju City, Gangwon Province. Soundscape recording was conducted using Digital Recorder from April 2015 to January 2016. The analysis period was 8 days per season, with a total of 64 days (2 places). Analysis items were soundscape's daily cycle, soundscape type, and seasonal variation. According to the result of the daily cycle analysis of the soundscape, the natural park was dominated by the biophony in accordance with the cycle of the sun, and the airplane sound was observed in the daytime. Meanwhile, anthrophony was consistently produced

1 접수 2016년 4월 28일, 수정 (1차: 2017년 1월 20일, 2차: 2017년 2월 4일), 게재확정 2017년 2월 5일

Received 28 April 2016; Revised (1st: 20 January 2017, 2nd: 4 February 2017); Accepted 5 February 2017

2 상지대학교 대학원 응용식물과학과 원예조경학전공 Dept. of Applied Plant Science, Graduate School of Sangji Univ., 83 Sangjidae-gil Wonju-si Gangwon-do(26339), Korea

3 상지대학교 친환경식물학부 원예조경학전공 소리경관생태학연구실 Dept. of Horticulture and Landscape Architecture, Soundscape Ecology Laboratory, Sangji Univ., 83 Sangjidae-gil Wonju-si Gangwon-do 26339, Korea

a 이 논문은 한국연구재단 지원사업(NRF-2015K2A7A1035806)의 연구비 지원 및 국립공원관리공단 연구 승인하에 진행되었으며, 본 논문은 “자연공원과 도시공원의 계절별 Soundscape 특성 비교 연구(김지연 석사논문, 2016)”의 일부를 보완 발전시킨 것임.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-33-730-0566, Fax: +82-33-730-0503, E-mail: ecokks@gmail.com

in the urban park 24 hours a day. As a result of the detailed type analysis of the soundscape, the sources of biophony were classified into wild birds, mammals, insects and amphibians, and the sources of geophony were classified into rain and wind. The anthrophony was mostly airplane sound. In the urban park, wild birds appeared to most influence the biophonic sounds while rain and the wind were the most frequent sounds that contribute to geophony. The most influential components of anthrophony in the urban park were in the order of automobiles, people, music, construction, cleaning, and airplane sound. As a result of the seasonal difference analysis of the soundscape, it was statistically significant that the natural park shows higher biophony in spring, summer, and autumn compared to the urban park. Anthrophony in the urban park appeared to be higher than the natural park in all seasons. The significance of this study is that it is the first study to identify the characteristics of the soundscape of a natural park and an urban park emanating from different landscapes in South Korea.

KEY WORDS: SOUNDSCAPE ECOLOGY, BIOPHONY, GEOPHONY, ANTHROPHONY, NOISE

서론

도시의 오픈스페이스는 서로 다른 경관과 그로 인한 다양한 Soundscape가 존재한다. 도시공원은 도시민을 위한 중요한 레크레이션 장소이며 이용자는 오감을 통해 공원을 체험하고 소리는 그 중 하나이다. 자연공원에서 소리는 생물들의 서식처 질을 나타냄과 동시에 탐방의 질을 나타내는 중요 인자이다. 그러나 도시의 고밀화와 지속적인 확장으로 환경 소음이 증가하고 있으며, 그로 인해 생물종 멸종과 서식처 훼손으로 희귀한 자연의 소리 또한 점점 사라지고 있다(Wrightson, 2000; Pijanowski *et al.*, 2011).

Soundscape란 Sound(소리)와 Scape(경관)의 복합어로 비교적 최근에 만들어진 개념이다. Soundscape 용어는 1977년 도시계획가인 Schafer(1977)에 의해 처음 언급되었다. Schafer는 소리는 경관의 생태적 자원으로 인식했으며 Soundscape를 “자연의 변화과정을 반영한 지역의 음향 특성이라고 정의”하였다. 이후 Krause(1987)는 생물들이 내는 소리를 “생물 소리(Biophony)”, 바람, 비, 천둥 등과 같은 무생물적인 소리를 “무생물 소리(Geophony)”, 인간에 의해 만들어진 소리는 “인위적 소리(Anthrophony)”라고 명명하였다. 이후 Pijanowski *et al.*(2011)는 Soundscape ecology를 정의하였는데 이는 Biophony, Geophony, Anthrophony로 구성되어 있으며 경관 단위의 다양한 시·공간적 규모에서 나타나는 독특한 음향 패턴이라고 제시하였다.

Soundscape ecology와 유사한 개념으로 음향학(Acoustics), 생물음향학(Bioacoustics), 소음학(Noise) 등이 있다. 음향학은 음향 디자인, 청각인지, 오케스트라 음악 등 음악을

포함한 주변의 소리와 인간과의 상호관계를 연구하는 학문이다. 생물음향학은 단일생물종 또는 생물종간 울음 특성을 규명하여 비교 분석하는 학문이다. 소음학은 비행기나 자동차 등 인위적 소음을 측정하고 인간의 영향을 연구하는 학문이다(Pijanowski *et al.*, 2011). 그러나 Soundscape ecology는 경관에서 발생하는 모든 종류의 생물적, 무생물적, 인위적 소리를 대상으로 하며 이들의 구성 및 변화, 상호영향을 연구하는 학문으로 유사 분야를 포함하는 광의의 개념이라고 할 수 있다.

Soundscape ecology와 관련한 국외 연구는 2011년 이후에 비로소 구체적으로 진행되기 시작하였다. Pijanowski *et al.*(2011)는 2011년 Soundscape ecology의 개념과 이론을 정립한 논문을 발표하였다. 이후 대표적인 연구로는 미국의 Sequoia 국립공원을 대상으로 soundscape의 시간적 변화를 해석한 연구(Krause *et al.*, 2011), 도시-전원지역의 등급에 따른 soundscape의 다양성을 해석한 연구(Joo *et al.*, 2011), 도시지역 soundscape의 시공간적 다양성 연구(Liu *et al.*, 2013), 4년간 미국 미시간 호수 soundscape의 시간적 변화 연구(Gage and Axel, 2014) 등이 있다. 2015년에는 landscape의 특성을 나타내는 음향학적 지표를 찾아내는 연구가 보고된 바 있다(Fuller *et al.*, 2015).

Soundscape와 관련한 국내 연구 크게 디자인 관점과 경관(landscape)의 특성을 나타내는 관점으로 구분할 수 있다. 디자인 관점에서 soundscape를 연구한 사례로 Kim *et al.*(2006)는 친환경 요소로서 경관과 어울리는 소리 선택에 대해 보고하였고, Cho(2010)는 colorscape와 soundscape와의 상관관계를 분석하였다. Lee(2012)는 공간디자인에 나타난 soundscape 개념과 특성에 대해 제시하였고, Lim(2015)

는 soundscape 특성을 적용한 환경조형물 디자인 방안을 제시하였다. 경관 관점에서 Soundscape를 바라본 국내 연구로 Han *et al.*(2009)은 홍도를 대상으로, Ha(2012)는 별서원림을 대상으로 soundscape 세부 유형을 구분한 바 있다.

소리는 경관의 중요 요소임에도 불구하고 그 동안 국내에서는 경관 단위에서 발생하는 소리에 관한 연구는 많지 않았다. 최근 녹음장비 및 분석기술을 발달로 경관단위 및 시계열 변화에 대한 Soundscape 연구가 점차 증가하고 있으나 이에 대한 국내 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 국내 Soundscape 연구의 기초단계로서 서로 다른 경관 단위에 속해 있는 도시공원과 자연공원을 대상으로 Soundscape의 일주기 변화, 구성요소 및 계절별 변화를 밝히는데 그 목적이 있다.

연구방법

1. 연구대상지

연구대상지는 도시공원과 자연공원으로 구분하여 선정하였다. 도시공원은 강원도 원주시 도심 내에 위치하고 있는 장미공원을, 자연공원은 치악산국립공원 경계부 산림사면을 선정하였다. 장미공원은 원주 시외버스터미널, 고속버스터미널과 인접해 있고 공원 주변으로 유흥가가 밀집해 있어 유동인구가 많고 소음이 지속적으로 발생하는 도심 상업지 내 공원의 특성을 잘 나타내는 지역이다. 치악산국립공원 대상지는 투구봉과 삼봉 서측의 산림 저지대로 사유지이기 때문에 차량이나 일반인의 접근이 제한되어 있어 인위적인 소음의 영향이 적은 지역이다. 도시공원과 치악산국립공원 대상지간 거리는 7.9km이었다. 대상지 북측에는 원주 공항이 입지하고 있어 비행기 소리가 도시공원과 자연공원에 걸쳐 광범위하게 영향을 미치고 있었는데 거리는

치악산국립공원 대상지로부터 북서측으로 7.9km다(Figure 1).

2. 조사분석방법

1) Soundscape 녹음

Soundscape 녹음은 Idam PRO U11 Digital voice recorder를 이용하여 매일 24시간 녹음하였다. 녹음 파일은 MP3, 320kbps로 세팅하였고, 마이크는 녹음기에 내장된 10mm 지향성 마이크 2대에 윈드스크린을 장착하였다(Ki and Sung, 2014; Ki and Cho, 2014; Ki *et al.*, 2014, Ki *et al.*, 2015). 녹음장비는 장미공원은 공원 화장실 옆 소나무에 녹지를 향하도록 설치하였고, 치악산국립공원은 사면부 창고의 처마 밑에 산림을 향하도록 설치하였다. 데이터 회수는 주 1회 메모리카드를 교체하는 방식으로 진행하였고 녹음기 전원은 외부 전원을 이용하여 지속적으로 공급되도록 하였다.

2) Soundscape 분석

Soundscape 분석일수는 계절별로 주말과 평일을 고려하여 8일씩 선정하여 대상지별 32일씩 총 64일을 분석하였다. 계절별 분석일자는 봄은 2015년 4월 25~28일, 2015년 5월 2~4일, 6일이었으며, 여름은 2015년 8월 8~11일, 15~18일이었다. 가을은 10월 10~13일, 17~20일이었으며, 겨울은 2016년 1월 3~6일, 10~13일이었다. Soundscape 분석은 녹음 파일을 Adobe Audition cc를 이용하여 녹음파일 청취와 소노그램 확인을 동시에 진행하였다. 녹음 파일을 보고 들으며 소리 유형 구분하여 Microsoft Excel을 이용해 점수화하였다. 매 시간별 정시에서 정시 5분까지 한 번이라도 소리가 들리면 1점 소리가 들리지 않으면 0점을 부여하였다. 하루에 최고 점수는 24점이며, 최저 점수는 0점이었다(Ki *et al.*, 2015). Soundscape 일주기 변화는 자연공원과 도시공원의 소리 유형을 Biophony(생물 소리), Geophony(무생물 소리), Anthrophony(인위적 소리)로 크게 나누고 계절별로 점수를 평균하여 24시간 변화 그래프를 분석하였다. Soundscape 세부유형은 Biophony는 양서류, 야생조류, 포유류, 곤충소리로 구분하였고, Geophony는 바람, 비, 천둥소리로 나누었다. Anthrophony는 사람, 자동차, 음악, 비행기, 청소, 공사소리로 구분하여 세부항목별 소리 발생 유무에 따라 점수를 부여하여 1일 평균 발생량 그래프를 제시하였다. 계절별 Soundscape 차이 비교는 자연공원과 도시공원의 Biophony, Geophony, Anthrophony 값을 계절별로 구분하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 분석프로그램은 Adobe Audition CC (version 6.0), Microsoft Excel 2010, IBM SPSS(version 22)를 이용하였다.



Figure 1. Study Site

결과 및 고찰

1. 자연공원과 도시공원의 Soundscape 일주기 변화

자연공원과 도시공원의 시간대별 Soundscape의 변화를 분석한 결과 자연공원은 주로 생물 소리(Biophony)가 우점하고 도시공원은 인위적 소리(Anthrophony)가 우점하는 것으로 나타났다(Figure 2).

자연공원은 인위적 소리가 강한 도시공원에 비해 생물 소리가 우점하고 있었다. 자연공원의 생물 소리는 03시부터 증가하기 시작하여 08시부터 17시까지 피크를 형성하고 있었고 이후 21시까지 감소하여 태양의 일주기에 의한 생물들의 생활리듬을 반영하고 있었다. 또한 야행성 동물 및 야간부터 번식음을 내는 조류들의 영향으로 야간 시간대에도 높은 수치를 나타내고 있어 야간에는 생물 소리가 나지 않는 도시공원과 비교되었다. 자연공원의 인위적 소리는 이 지역이 외부인이 접근하기 어려운 산림지역임에도 불구하고 낮 시간대에 지속적으로 발생되고 있었는데 이는 비행기 소음이 공원 내부까지 유입되기 때문이었다. 자연공원의 무생물 소리는 도시공원보다 지속적으로 높은 수치를 나타내고 있었는데 이는 대규모 배후산림의 다양한 미기후 변화를 반영하고 있는 것으로 판단되었다(Figure 2-a).

도시공원을 시간대별로 살펴보면 인위적 소리는 24시간 내내 우점을 차지하고 있었는데 주간 시간대는 우점을 하고 있는 가운데에서도 인위적 소리량의 변화가 있었으나 야간 시간대는 균일하게 높은 수치를 나타내고 있었다. 본 도시공원의 인위적 소리가 야간에도 지속적으로 높게 나타나는 이유는 주변 상업지(유흥가)에서 흘러나오는 음악소리와 야간에 유흥가 및 공원을 이용하는 사람들의 소리 때문이다. 또한 주간에 인위적 소리가 우점하는 이유는 본 공원이 버스터미널과 접해 있고, 상업지로 둘러싸여 있어 주간에 유동인구와 차량이동이 많기 때문이다.

도시공원의 생물 소리는 일출 전인 05시부터 증가하기 시작하여 꾸준히 소리가 발생하다가 일몰 시간대인 19시 이후부터는 발생 빈도수가 낮았다. 무생물 소리는 15시 전후로 주간에 높아졌다가 야간에는 발생빈도가 낮아지고 있었다(Figure 2-b).

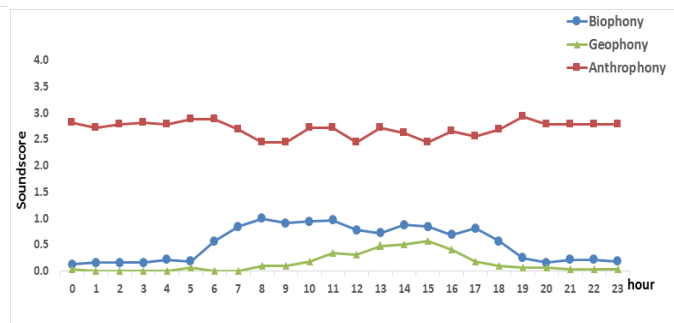
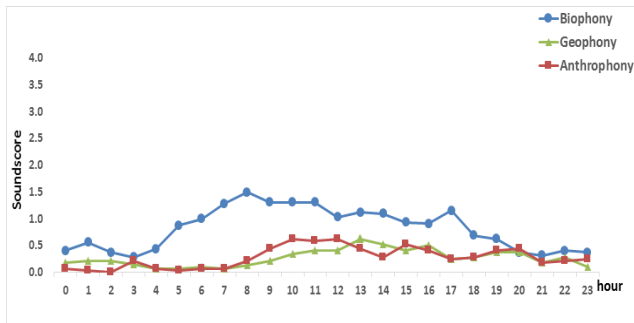
2. 자연공원과 도시공원의 Soundscape 세부 유형

자연공원과 도시공원 Soundscape의 속성은 생물 소리, 무생물 소리, 인위적 소리로 구분하여 세부 유형을 분석하였다.

생물 소리는 자연공원이 4개 유형, 도시공원은 3개 유형으로 구분되었다. 자연공원의 생물 소리는 곤충류, 조류 소리가 우점하였고, 포유류와 양서류 소리가 일부 나타나고 있었다. 도시공원은 야생조류 소리가 우점하였고, 일부 곤충류와 포유류 소리가 나타났다(Figure 3-a).

무생물 소리는 자연공원의 경우 바람소리가 우점하는 가운데 비소리와 천둥소리가 나타났다. 도시공원은 바람소리가 우점하였고 일부 비소리가 나타났다. 본 연구의 분석기간이 자연공원과 도시공원이 동일한 날임을 고려했을 때 자연공원의 기상변화 발생빈도가 더 높은 것으로 판단되었다(Figure 3-b).

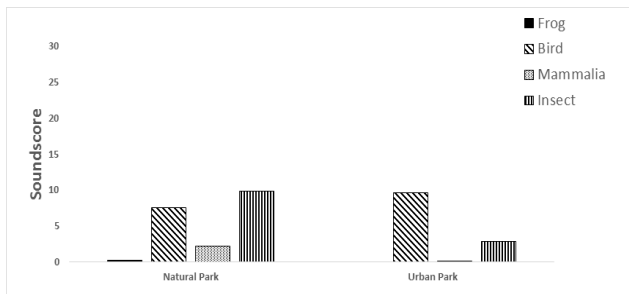
인위적 소리는 자연공원의 경우 비행기 소리와 사람 소리 2개 유형이 나타나고 있었다. 인위적 소리 중 사람 소리는 사유지이기 때문에 토지주가 이동하는 소리였고 비행기 소리는 외부에서 유입되는 소리로 도시공원에 비해 발생빈도가 더 높았다. 비행기 소리는 08시부터 증가하기 시작하여 20시까지 지속되었고, 야간에도 일부 유입되고 있었다. 이는 인근 공군 비행장의 주간 비행 훈련으로 인한 비행기 소음이 나타난 것으로 이러한 소음이 생물들의 소리에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구가 향후 진행되어야 할 것으로 판단되었다(Figure 3-c).



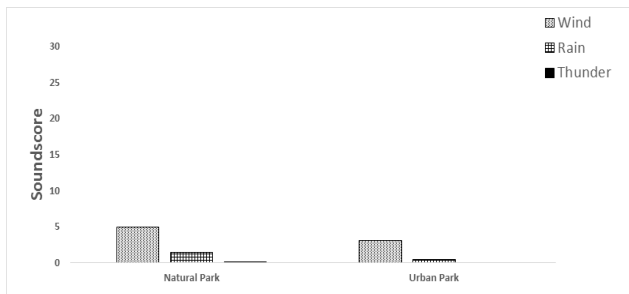
a. Natural Park (Chiaksan national park)

b. Urban Park (Jangmi park)

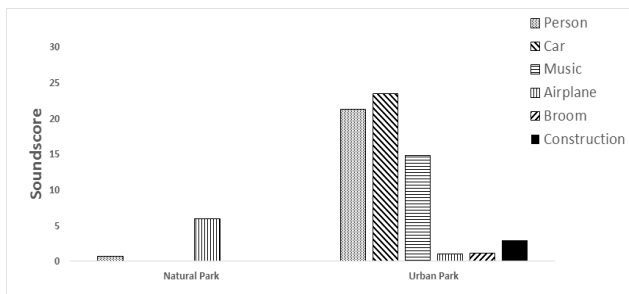
Figure 2. Soundscape time series changes of natural park and urban park



a. Biophony



b. Geophony



c. Anthrophony

Figure 3. Soundscape details of natural park and urban park

도시공원의 인위적 소리는 차량, 사람, 음악, 공사, 청소, 비행기 소리의 6개 유형이 나타나고 있었다. 이 중 가장 높은 수치를 나타내고 있는 것은 자동차와 사람 소리로 24 시간 내내 발생하고 있었다. 주변 공사장과 상업지에서 유입되는 기계음은 06시부터 17시까지 주간 시간대에 집중되어 있었다. 음악 소리는 17시부터 증가하기 시작하여 06시까지 야간시간대에 집중되어 있어 주변 유흥가의 영업시간을 반영하고 있었다. 비행기 소리는 다른 유형에 비해 수치가 높지 않았으나 08시부터 16시까지 지속적으로 발생하고 있어 원주공항의 항공기 운행이 도심 내부까지 유입되고 있음을 나타내고 있었다(Figure 3-c).

3. 자연공원과 도시공원의 계절별 Soundscape 차이 비교

계절별 생물 소리, 무생물 소리, 인위적 소리에 대해 자연공원과 도시공원의 차이가 있는지를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다(Table 1, Table 2).

Biophony는 봄철, 여름철, 가을철은 자연공원이 도시공원보다 높게 나타났으며($p < 0.000$) 겨울철($p = 0.290$)은 평균

Table 1. Seasonal soundscape difference in natural park and urban park

| Season | Natural park (Average score) | | | Urban park (Average score) | | |
|--------|------------------------------|----------|-------------|----------------------------|----------|-------------|
| | Biophony | Geophony | Anthrophony | Biophony | Geophony | Anthrophony |
| Spring | 0.90 | 0.53 | 0.17 | 0.52 | 0.23 | 2.76 |
| Summer | 1.18 | 0.18 | 0.32 | 0.97 | 0.06 | 2.56 |
| Autumn | 0.98 | 0.19 | 0.34 | 0.35 | 0.18 | 2.71 |
| Winter | 0.22 | 0.18 | 0.29 | 0.25 | 0.12 | 2.78 |

Table 2. Paired sample T test between natural park and urban park of Soundscape types

| Season | Soundscape type | Paired Difference | | | | | t | Degree of freedom | Significant probability (two-sided) |
|--------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--|------------|---------|-------------------|-------------------------------------|
| | | Average | Standard deviation | Average of standard error | 95% Confidence interval of the differences | | | | |
| | | | | Min. limit | | Max. limit | | | |
| Spring | Biophony | 0.385 | 0.729 | .053 | 0.282 | 0.489 | 7.327 | 191 | 0.000 |
| | Geophony | 0.297 | 0.614 | .044 | 0.209 | 0.384 | 6.696 | 191 | 0.000 |
| | Anthrophony | -2.594 | 0.787 | .057 | -2.706 | -2.482 | -45.665 | 191 | 0.000 |
| Summer | Biophony | 0.214 | 0.680 | 0.049 | 0.117 | 0.310 | 4.353 | 191 | 0.000 |
| | Geophony | 0.120 | 0.481 | 0.035 | 0.051 | 0.188 | 3.449 | 191 | 0.001 |
| | Anthrophony | 0-2.240 | 0.815 | 0.059 | -2.356 | -2.124 | -38.060 | 191 | 0.000 |
| Autumn | Biophony | 0.625 | 0.796 | 0.057 | 0.512 | 0.738 | 10.881 | 191 | 0.000 |
| | Geophony | 0.010 | 0.570 | 0.041 | -0.071 | 0.092 | 0.253 | 191 | 0.800 |
| | Anthrophony | -2.365 | 0.833 | 0.060 | -2.483 | -2.246 | -39.341 | 191 | 0.000 |
| Winter | Biophony | -0.031 | 0.408 | 0.029 | -0.089 | 0.027 | -1.061 | 191 | 0.290 |
| | Geophony | 0.057 | 0.412 | 0.030 | -0.001 | 0.116 | 1.928 | 191 | 0.055 |
| | Anthrophony | -2.490 | 0.819 | 0.059 | -2.606 | -2.373 | -42.143 | 191 | 0.000 |

수치는 도시공원이 자연공원보다 높았으나 통계적 차이는 인정되지 않았다. 이는 자연공원이 도시공원과 비교하여 다양한 생물이 서식하고 있으며 특히 소리를 이용해 의사소통하는 야생조류와 곤충류가 주로 조사되었기 때문으로 판단되었다. 그러나 겨울철의 경우는 통계적 차이는 인정되지 않더라도 도시공원에서 발생하는 생물 소리가 자연공원보다 더 높은 것으로 나타났는데, 이는 도시공원에 서식하는 텃새가 겨울철에도 지속적으로 활발히 활동하고 있었기 때문이었다.

Geophony는 봄철($p<0.000$)과 여름철($p=0.001$)은 자연공원이 도시공원보다 높게 나타났으며 가을철($p=0.8$)과 겨울철($p=0.055$)은 자연공원이 도시공원보다 평균은 높은 것으로 나타났으나 통계적 차이는 인정되지 않았다. 이는 동일한 계절, 동일한 날짜라고 하더라도 대규모의 산림을 형성하고 있는 자연공원이 도심 내부에 있는 평지형 녹지인 도시공원에 비하여 바람과 강수량이 더 많은 다양한 미기후를 형성하기 때문으로 판단된다.

Anthrophony는 사계절 모두 도시공원이 자연공원보다 발생빈도가 월등히 높은 것으로 나타났다($p<0.000$). 자연공원의 경우 시설이 없고, 사람의 출입이 적기 때문에 인위적 소리의 발생빈도가 사계절 낮으며, 도시공원은 도심내 상업지에 위치하고 있기 때문에 사계절 차량과 사람, 음악소리가 발생하기 때문이었다.

4. 고찰

본 연구는 서로 다른 경관에 속해 있는 한국의 자연공원과 도시공원을 대상으로 Soundscape 특성을 규명한 기초연구이다. 또한 Soundscape의 일주기 변화, 유형, 계절별 차이 등 다각적인 각도에서 음환경 특성을 분석하였다. 자연공원과 도시공원의 Soundscape 특성 분석 결과 자연공원은 전반적으로 야생조류, 곤충류 등 생물 소리가 우점하고 있었으며 태양의 주기에 맞추어 일주기 패턴의 변화를 나타내고 있었다. 자연공원의 인위적 소리는 주간에 비행기 소음이 지속적으로 공원 내부로 유입되고 있었는데, 이는 자연공원의 탐방환경 및 생물들의 서식처 질을 낮추는 요인으로 판단되었다.

도시공원은 인간과 기계에 의한 다양한 소음이 24시간 지속적으로 우점하고 있었다. 도시공원의 생물 소리는 주간 야생조류의 소리가 지속적으로 들리긴 했으나 기존 연구를 바탕으로 보았을 때 주변의 소음이 야생조류의 의사소통에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 또한 도시공원의 소음은 주변도로로부터 교통소음이 지속적으로 발생하고 있었는데 이는 저주파 형태로 인근 건물과 불투수 포장층에 의해 난반사되어 배경소음을 형성하고 있는 것으로

나타났다. 도시공원에서 발생하는 이러한 배경소음은 인간에게 수면장애, 업무능력 저하, 정신건강 저하, 청각장애, 대화장애, 심혈관 질환, 부정적 사회행동, 짜증행동 등을 유발할 수 있으며(Benfield *et al.*, 2012) 생물에게 번식, 의사소통, 생존, 서식처 이용, 종 분포, 종 풍부도, 종 구성, 유전적 변화 등에 영향을 미칠 수 있기 때문에(Bowles, 1995; Warren *et al.*, 2006; Barber *et al.*, 2010; Ki and Sung, 2014) 지속적인 관심과 저감노력이 필요하다.

자연공원은 우리나라의 자연생태계 및 문화경관을 대표하는 곳으로 법적으로 보호하는 지역이나 치악산국립공원을 대상으로 한 금번 연구결과 주간동안 높은 빈도의 비행기 소음이 공원 내부로 유입되는 것으로 나타났다. 따라서 향후 이러한 소음에 대한 현황파악과 더불어 소음이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구도 진행되어야 한다. 도시공원은 도시민의 보건, 휴양 및 정서생활의 향상을 위해 설치하는 것이지만 지금까지 도시공원 내에서의 소음으로 인한 부정적 영향에 대해서는 인식이 부족하였다. 따라서 향후 도시공원에서의 음환경을 규명하고 소음 저감을 통해 이용자들의 만족도를 높이는 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

향후 한국의 다양한 경관 유형별 Soundscape 특성을 규명할 필요가 있으며 소음에 의한 생태계 영향 및 관리방안 제시를 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

RERERENCES

- Barber, J.R., K.R. Crooks and K.M. Fristrup(2010) The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in ecology & evolution*, 25(3), 180-189.
- Benfield, J. A., G.A. Nurse, R. Jakubowski, A.W. Gibson, B.D. Taff, P. Newman, and P.A. Bell(2012) Testing noise in the field: A brief measure of individual noise sensitivity. *Environment and Behavior*, 0013916512454430.
- Bowles, A.E.(1995) Responses of wildlife to noise. *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*. Knight, Richard L. and Kevin J. Gutzwiller, editors. Island Press, Washington, DC.
- Cho, J.H.(2010) A study on the correlation analysis between Colorscape and Soundscape. *Conference proceedings of Korea society of color studies*, 87-93. (in Korean)
- Fuller, S., A.C. Axel, D. Tucker and S.H. Gage(2015) Connecting soundscape to landscape: Which acoustic index best describes landscape configuration?. *Ecological Indicators*, 58: 207-215.
- Gage, S.H. and A.C. Axel(2014) Visualization of temporal change in soundscape power of a Michigan lake habitat over a 4-year period. *Ecological Informatics*, 21:100-109.

- Ha, E.Y.(2012) A Study on the Soundscape during 16,17th Century in Joseon Period : focused on the Meaning of Sound and Techniques. Graduate school of environmental studies Seoul national university. Master's thesis, 117pp (in Korean with English abstract)
- Halfwerk, W., S. Bot, J. Buikx, M. van der Velde, J. Komdeur, C. ten Cate and H. Slabbekoorn(2011) Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(35): 14549-14554.
- Han, M.H., Y.K. Oh and T.H. Roh(2009) Research on the soundscape for excavation, preservation and promotion of soundscape resources in Hongdo island. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 28(4): 343-355. (in Korean with English abstract)
- Joo, W., S.H. Gage and E.P. Kasten (2011) Analysis and interpretation of variability in soundscapes along an urban-rural gradient. *Landscape and Urban Planning*, 103(3):259-276.
- Krause, B.(1987) Bioacoustics, habitat ambience in ecological balance. *Whole Earth Review* 57: 14-18.
- Krause, B., S.H. Gage and W. Joo(2011) Measuring and interpreting the temporal variability in the soundscape at four places in Sequoia National Park. *Landscape ecology*, 26(9): 1247-1256.
- Ki, K.S. and C.Y. Sung(2014) Bioacoustic Change of Dybowski's Brown Frog by Highway Noise. *Korean J. Environ. Ecol.* 28(3):273-280. (in Korean with English abstract)
- Ki, K.S. and W. Cho(2014) Effects of Light Pollution and Environmental Factors on Dawn Song Initiation Time of Great Tit, *Parus major*. *Korean J. Environ. Ecol.* 28(4):411-418. (in Korean with English abstract)
- Ki, K.S, S.H. Hong, J.Y Gim (2014) Drumming bioacoustics of woodpeckers in South Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 28(4):404-410. (in Korean with English abstract)
- Ki, K.S, S.H. Hong, J.Y Gim (2015) Environmental Factors Affecting the Start of the Dawn Chorus of Wild Birds and the Differences between Each Species. *Korean J. Environ. Ecol.* 29(3):344-352. (in Korean with English abstract)
- Kim, H., J.H. Jeon, G.S. Jang, C. Kook and Y.G. Shin(2006) The Selection of the Scenery and Sound as the Environmental Friendly Elements. *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 16(4): 414-419. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.S.(2012) Concept and Design Methods of Soundscape for Spatial Design. Graduate school of architecture Konkuk university. Master's thesis, 125pp. (in Korean with English abstract)
- Lim, J.M.(2015) Study on environmental sculpture design applied SOUNDSCAPE characteristics. Graduate school of Education Kongju university. Master's thesis, 45pp. (in Korean with English abstract)
- Liu, J., J. Kang, T. Luo and H. Behm (2013) Landscape effects on soundscape experience in city parks. *Science of the Total Environment*, 454:474-481.
- Schafer R.M.(1977) *Tuning of the World*. Knopf.
- Slabbekoorn, H. and M. Peet(2003) Ecology: birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature*, 424(6946): 267-267.
- Pijanowski, B.C., L.J. Villanueva-Rivera, S.L. Dumyahn, A. Farina, B.L. Krause, B.M. Napoletano, S.H. Gage and N. Pieretti(2011) Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*, 61(3): 203-216.
- Warren, P.S., M. Katti, M. Ermann and A. Brazel(2006) Urban bioacoustics: it's not just noise. *Animal behaviour*, 71(3): 491-502.
- Wrightson, K. (2000). An introduction to acoustic ecology. *Soundscape: The journal of acoustic ecology*, 1(1): 10-13.