

도시녹지와 옥외범죄율 간의 상관관계 연구

- 텍사스 오스틴 지역을 중심으로 -

김영재

영남대학교 산림자원및조경학과 조교수

Correlation between Urban Green Areas and Outdoor Crime Rates - A Case Study of Austin, Texas -

Kim, Young-Jae

Assistant Professor, Dept. of Forest Resources and Landscape Architecture, Yeungnam University

ABSTRACT

Urban green spaces have been contributing to the improvement of environmental, mental, and physical health for humans. In addition, recent studies showed the potential role of vegetation in reducing the amount of crime in inner-city neighborhoods at the micro-scale level. However, little is known about the positive role of urban green areas in improving urban safety at the regional level. The purpose of this study is to examine the relationship between urban green areas and actual outdoor crime rates, while also considering socio-demographic factors. The study area is the city of Austin, Texas, USA, which consists of 506 block groups. This study utilized socio-demographic factors based on U.S. Census data and vegetation-related factors utilizing GIS and ENVI software. For analyses, the analysis of variance (ANOVA) and an ordinary least square (OLS) regression were utilized. The results from ANOVA showed that yearly crime rates per acre for areas having 0%~25% trees in their neighborhoods were 0.46% and 1.05% higher than those of having 25%~50% and >50% trees in the neighborhoods, respectively. The results from the OLS regression represented that income, NDVI and park rates in neighborhoods were negatively associated with the crime rate per acre, whereas the percentage of minorities and the percentage of teenage school dropouts were positively associated with the crime rate per acre. This study implies that urban green areas may help to improve the safety of urban areas.

Key Words: Neighborhood Environment, Urban Trees, Safety

국문초록

도시녹지는 환경적, 정서적, 신체·활동적 측면에서 인간의 삶에 긍정적인 역할을 하고 있다. 기존의 알려진 긍정적인 역할 이외에 미시적인 환경을 대상으로 한 몇몇의 선행연구는 도시녹지가 안전성을 제고할 수 있는 연구결과를 보여주고 있다. 하지만, 광역적인 측면에서의 도시녹지와 안전성에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 미국 텍사스 오스틴

Corresponding author: Young-Jae Kim, Assistant Professor, Dept. of Forest Resources and Landscape Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea, Tel.: +82-53-810-2978, Email: youngjae_kim@yu.ac.kr

시를 대상으로 도시녹지요소를 독립변수로 설정하고, 도시안전성과 관련이 있는 실제 옥외범죄율을 종속변수로 하여 이들 간의 상관관계를 분석하였다. 미국의 인구조사 통계청에서 제공하는 블록그룹을 분석 단위로 하여 오스틴 시의 사회·인구학적 특성을 파악하고, GIS 및 ENVI 프로그램을 활용하여 도시녹지 변수와 옥외범죄율 변수를 구축하였다. 통계분석방법으로는 도시수목비율에 따른 옥외범죄율의 비교를 위해 일원분산분석이 사용되었고, 사회·인구학적 특성을 통제시키며, 도시녹지변수와 옥외범죄율의 상관관계분석을 위해 최소자승법 회귀분석이 사용되었다. 일원분산분석결과, 도시수목비율이 0%~25%에 해당하는 지역의 acre당 연간 옥외범죄율은 1.20%로서 수목비율이 높은 25%~50%의 지역 및 50% 이상의 지역보다 acre당 연간 옥외범죄율이 각각 0.59%, 1.17% 높은 것으로 나타났다. 회귀분석결과, 소수인종비율과 학교중퇴자비율은 연간 옥외범죄율과 양의 상관관계를 보이고, 연간 개인소득수준과 도시녹지요소인 정규식생지수(NDVI) 및 공원 면적 비율은 연간 옥외범죄율과 음의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 도시의 안정성 제고를 위해 도시녹지의 공급이 필요함을 시사하고 있다.

주제어: 근린환경, 도시수목, 안전성

1. 서론

도시거주환경에서 삶의 질이 차지하는 중요성은 날이 증가하고 있다. 거주환경의 삶의 질을 구성하는 여러 요소 중 도시 안전성(Safety)은 가장 기본이 되는 요소이며(Lee, 2008), 특히 옥외범죄(Outdoor Crimes)로부터의 안전성은 도시 거주민들의 행복하고 안락한 생활을 위해 필수적으로 확보되어야 한다. 이를 위해 많은 도시들은 건물, 도로/인도, 옥외시설물 등의 물리적 환경을 개선하는 노력을 기울이고 있다. 하지만, 옥외범죄와 같은 요소는 단순한 물리적 환경개선만으로는 해결하기 어려운 점이 있으며, 옥외범죄와 관련한 조경적 측면에서의 근원적인 연구가 필요하다. 도시녹지와 안전성의 관계에 대한 몇몇 선행 연구들은 도시녹지가 시각적 혹은 경관적 측면에서 사람들의 기분을 긍정적으로 전환시켜주며, 도시의 안전성 향상에 기여할 수 있다는 측면을 보여준다(Kuo and Sullivan, 2001a; 2001b).

일반적으로 도시녹지는 환경적, 정서적, 신체활동적 측면에서 긍정적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 환경적인 측면에서 도시녹지는 도심 내 온도상승을 일컫는 도시열섬현상을 완화시키는 효과를 가지고 있으며(Feyisa *et al.*, 2014; Susca *et al.*, 2011), 증산작용을 통한 대기습도조절, 미기후조절(Kim *et al.*, 2018) 등 도시화로 인해 발생하는 환경문제를 개선하는데 큰 역할을 하고 있다. 또한, 도시녹지가 많은 지역에서 사람들의 신체활동(physical activities)이 더 활발히 이루어지고 있으며(Saelens *et al.*, 2003; Giles-Gorti *et al.*, 2005; Rodriguez *et al.*, 2005; Berrigan *et al.*, 2010), 사람들의 정서적 스트레스 및 정신적 스트레스도 낮은 것을 볼 수 있다(Kaplan and Kaplan, 1989; Hartig and Evans, 1993; Staats *et al.*, 2003). 뿐만 아니라, 도시녹지는 거주민들의 사회적 통합(social integration), 사회적 유대감 혹은 소속감(social ties or social connectedness)을 고취시켜 주는데 긍정적인 역할을 할 수 있다(Kweon

et al., 1998; Peters *et al.*, 2010; Kazmierczak, 2013).

지금까지의 선행연구에서 밝혀진 도시녹지의 환경적, 정서적, 신체활동적, 사회적인 측면에서의 긍정적인 역할 이외에 새롭게 생각해볼 수 있는 관점은 도시녹지와 안전성의 관계이다. 몇몇 선행연구는 도시녹지가 안전성을 제고할 수 있다는 연구 결과를 보여주고 있다. 도시녹지의 양이 다르게 분포하고 있는 공공임대주택에 거주하는 145명의 거주민을 대상으로 거주민의 공격성(aggression)을 비교한 결과, 도시녹지량이 많은 지역에 사는 거주민이 그렇지 못한 지역에 사는 거주민보다 낮은 공격성을 보여주었다(Kuo and Sullivan, 2001a). 또한, 도심지 근린환경(inner-city neighborhood)에 거주하는 거주민을 대상으로 한 연구에서 녹지가 많은 지역에 사는 거주민은 녹지가 부족한 지역에 사는 거주민보다 낮은 범죄발생의 두려움을 보였고, 실제 범죄발생빈도가 낮은 것으로 나타났다(Kuo and Sullivan, 2001b). 하지만 도시녹지와 안전성의 관계에 대한 기존의 연구는 소규모 표본의 거주민을 대상으로 몇몇 근린환경의 녹지량과 범죄발생빈도를 비교 및 분석한 미시적인 측면에서의 연구가 대부분이고, 광역적인 측면에서의 도시녹지와 안전성의 관계에 대한 연구는 부족하다.

우리나라를 대상으로 한 도시녹지와 안전성의 관계를 살펴본 연구는 미흡한 실정이다. 이와 관련한 여러 이유가 있겠으나, 그 중 한 가지 이유는 범죄와 관련한 데이터 활용에 한계가 있다는 점이다. 일반적으로 범죄 발생 건수에 대한 자료는 시경찰서로부터 제공받을 수 있는데, 범죄데이터 공개로 인한 주택가격에 대한 부정적인 영향과 주민들에게 심리적 불안을 야기할 수 있기 때문에 자료를 쉽게 제공받기 어려운 실정이다. 또한, 국내의 범죄발생 자료는 기본적으로 행정동별로 구분되어 있으며, 2~4개의 행정동이 묶여 있는 경우도 있기 때문에 구체적인 범죄 발생 위치를 확인하기 어렵다. 하지만, 본 연구에서 대상으로 삼고 있는 오스틴 시는 범죄 발생 건수에 대한 유형(살인, 강도, 강간, 폭력, 납치, 절도 등)과 위치(주소 혹은 좌

표)를 제공하고 있어 다양한 목적의 연구로 활용될 수 있다. 따라서 본 연구는 미국 텍사스 오스틴 시 전체를 대상으로 사회·인구학적 특성을 통제시키며, 도시녹지요소와 실제 옥외범죄율의 상관관계를 분석하고자 한다. 연구의 가설 1은 '도시녹지가 많은 지역이 도시녹지가 적은 지역보다 연간 옥외범죄율이 낮다.'이며, 가설 2는 '도시녹지요소는 연간 옥외범죄율과 음의 상관관계를 갖는다.'이다.

II. 연구방법

1. 연구대상지 및 변수 구축

본 연구의 대상지 지역은 미국 텍사스 주의 주도인 오스틴 시이다. 오스틴 시는 2011년부터 2014년까지 미국 내 가장 빠르게 성장하는 도시로 선정되었고(Forbes, 2018), 2010년에 조사된 미국 인구조사 통계청(U.S. Census Bureau)의 자료에 의하면 오스틴 시는 약 79만 명의 인구 중 백인 48.7%, 히스패닉 35%, 흑인 7.7%, 아시안 6.3%, 기타 2.2%의 다양한 인종으로 구성된 도시이다(U.S. Census Bureau, 2018).

연구의 분석 단위는 2010년에 구축된 미국의 센서스 블록그룹(Block Group)¹⁾이다. 오스틴 시는 총 506개의 블록그룹으로 구성되어 있는데, 이 중 소득수준이 \$10,000 이하인 블록그룹들과 인구밀도에 오류가 있는 1개의 블록그룹은 연구에서 제외시켜 총 457개의 블록그룹을 사용하였다. 소득수준이 현저히 적은 지역을 제외시킨 이유는 해당 지역의 인구밀도가 현저히 낮거나, 사람이 살지 않는 지역일 가능성이 높고, 이를 통계분석에서 제외시켜 본 연구가 파악하고자 하는 도시녹지와 안전성 간의 상관관계 분석결과에 대한 신뢰성을 높이하고자 함이다.

미국 인구조사 통계청에서 제공하는 블록그룹 단위별 사회·인구학적 특성(소수인종비율(minority), 소득수준(income), 집값(median housing value), 실직율(unemployment), 여성가장 비율(female-headed family), 10대 학교 중퇴자 비율(teenage school dropout), 복지후생 수혜 비율(welfare receipt), 인구밀도(population density))은 본 연구의 통제변수로 활용되었다(Yu, 2014; Kim and Woo, 2016; Woo and Kim, 2016). 또한, 도시녹지변수(수목 면적(tree areas) 비율, 정규식생지수(NDVI), 공원면적(park areas) 비율)과 도시녹지와 상관성이 있다고 판별되는 변수(불투수성 토지면적(impervious surface areas) 비율, 수계 면적(water areas) 비율)가 본 연구의 독립변수로써 활용되었다(Table 1 참조). 미국 지질조사국(United States Geological Survey)에서 받은 인공위성영상 이미지를 이용하여 토지의 피복형태를 구분하고, 수목면적과 수계면적, 그리고 아스팔트, 콘크리트 등의 불투수성 토지면적을 파악한 후, 블록그룹의 면적으로 나누어 수목면적 비율, 수계 공간 면적 비율 불투수성토지면적 비율 변수를 구축하였다. 수목면적비율 변수 이

Table 1. Description of independent variables

Variables	Description
Impervious surface areas(%)	Impervious surface areas÷total block group areas×100
Tree areas(%)	Tree areas÷total block group areas×100
Normalized difference vegetation index(mean)	Mean of NDVI
Park areas(%)	Park areas÷total block group areas×100
Water areas(%)	Water areas÷total block group areas×100

외에 도시녹지와 관련된 추가 변수를 구축하기 위해 Landsat 7 ETM 인공위성영상의 밴드 중 3번 밴드와 4번 밴드를 이용하여 블록그룹단위에서의 정규식생지수(Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) 변수를 구축하였다. 정규식생지수는 녹지밀도를 나타내는 식생지수 중 하나로서 지수 값의 범위는 -1과 1 사이의 값으로 산출되며, 양의 값을 나타낼수록 녹지의 밀도가 높은 것을 의미한다. 정규식생지수의 값은 30×30m 크기의 단위면적으로 생성이 되고, 블록그룹별 평균값을 구하여 연구 분석에 사용하였다. 또한, 오스틴 시청으로부터 공원 shape 파일을 제공받아 공원면적 비율 변수를 구축하였다. 모든 변수는 블록그룹 단위별로 생성되었으며, GIS ver 10.2, ENVI 4.7 프로그램을 활용하여 구축되었다.

본 연구의 종속변수는 acre²⁾당 연간 옥외범죄율(yearly outdoor crime rate per acre)³⁾이다. 텍사스 오스틴시 경찰부서(The Austin Police Department)로부터 받은 2005년에서 2009년까지의 범죄(crime)발생 주소 데이터를 제공받았으며, 총 5년간 발생한 범죄 데이터를 수집하여 이용함으로써 종속변수 값의 신뢰성을 높이하고자 하였다. 또한, 여러 범죄 종류 중 야외환경에서 발생할 수 있는 범죄인 '납치(kidnapping)'와 '야외 성추행 및 성폭행(sexual assault)' 등의 옥외범죄 건수만을 연구에 활용하였다. 야외에서 발생한 범죄만을 연구에 활용한 이유는 도시녹지가 외부환경에서 지각되기 때문이다. 도시녹지가 많은 지역에 사람들이 심리적인 안정감을 느끼고, 실제 야외범죄 발생 빈도도 낮다는 것이 본 연구가설의 배경이다. 실내에서 벌어진 범죄는 야외 환경에 조성된 도시녹지와 관계가 적을 것으로 사료된다. 5년간 발생한 총 1,010,773 범죄건수 중에서 3,871건의 옥외범죄가 연구에 활용되었고, 해당 범죄의 주소 데이터를 GIS상에서 좌표로 변환(Geocoding)하여 공간적인 위치를 파악하고, 블록그룹별로 계산된 연간 옥외범죄율을 파악하였다.

2. 통계분석방법

가설 1에 대한 검증을 위해 오스틴 시의 Block Group별 수목(Trees)량의 비율을 세 개의 구간(구간 1: Tree 0%~25%(Low), 구간 2: Tree 25%~50%(Mid), 구간 3: Tree>50%

(High))로 나누어 도시수목비율을 적음, 중간, 높음으로 나타내었다. 도시수목비율의 많고 적음에 따른 연간 옥외범죄율의 비교분석은 일원분산분석(One-way ANOVA)을 통해 확인하였다.

가설 2에 대한 검증을 위해 옥외범죄율을 종속변수로 설정하였고, 사회·인구학적 특성은 통제변수, 도시녹지와 관련한 변수는 주요 독립변수로 설정하였다. 본 연구의 종속변수인 연간 옥외범죄율은 0%~100%의 값을 갖는 연속적 변수이므로 최소자승법 회귀분석(Ordinary Least Square regressions: OLS)을 활용하였다. 세부적인 통계모형과 관련해서는 우선 사회·인구학적 특성의 통제변수만을 사용하여 기본통계모형(Base Model)⁴⁾을 생성하고, 연간 옥외범죄율에 대한 도시녹지변수 6개의 영향력을 살펴보는 일대일모형(One-by-One Models)⁵⁾을 생성하였다. 최종적으로 기본통계모형에 사용된 통제변수와 도시녹지변수 모두를 활용하여 하나의 최종모형(Final Model)⁶⁾을 생성하였다. 본 연구의 통계 분석은 STATA ver 14 프로그램에서 이루어졌다.

III. 분석결과

1. 대상지 블록그룹별 사회·인구학적 특성

Table 2는 본 연구 대상지인 텍사스 오스틴 지역의 블록그룹 단위별 사회·인구학적 특성(평균, 하위10%~상위10% 백분위)을 보여주고 있다. 소수인종비율은 42.6%, 중위소득은 \$51,880, 중간집값은 \$138,820, 실직률은 4.2%, 여성가장비율

은 21.5%, 10대 학교 중퇴자 비율은 15.6%, 복지후생 비율은 1.9%, acre당 인구밀도는 32.6명으로 나타났다.

2. 도시수목비율에 따른 옥외범죄율 비교

총 457개의 Block Group으로 구성된 오스틴 대상지를 도시수목비율을 바탕으로 3개의 카테고리 나누고, 수목량 비율이 다른 3개의 지역별 연간 옥외범죄율을 비교 분석한 결과는 Table 3과 같다. 도시수목비율이 0%~25%에 해당하는 지역(N=127)의 acre당 연간 옥외범죄율은 1.20%로써 수목비율이 높은 25%~50%의 지역(N=271, acre당 연간 옥외범죄율=0.74%) 및 50% 이상의 지역(N=59, acre당 연간 옥외범죄율=0.15%)의 acre당 연간 옥외범죄율 보다 약 0.46%, 1.05% 높은 것으로 나타났다. ANOVA 분석의 F 값 17.67에 대한 p -value는 <0.000으로써 도시수목비율에 따른 대상지 지역의 연간 옥외범죄율의 평균값 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

도시수목량 비율에 따른 연간 옥외범죄율의 차이는 GIS를 활용하여 만들어진 Figure 1과 Figure 2의 비교를 통해서도 볼 수 있다. 본 연구 대상지인 텍사스 오스틴 시 동쪽 편에 옥외범죄 발생건수가 집중되어 있으며, 블록그룹별로 표현된 acre당 연간 옥외범죄율 역시 대상지 동쪽에 많이 집중되었고, 대상지 서쪽지역은 낮은 옥외범죄율을 보이고 있다(Figure 1 참조). 하지만, 정규식생지수로 표현된 도시녹지량은 옥외범죄율이 상대적으로 낮았던 대상지 서쪽에 많이 집중되어 있었고, 연간 옥외범죄율이 높았던 대상지 동쪽의 도시녹지량은 상대적으로

Table 2. Block group socio-demographic characteristics

Variables	N	Mean	Standard deviation	Lower 10% percentile	Higher 10% percentile
Minority (%)	457	42.61	27.90	10.95	87.73
Income(\$1000)	457	51.88	26.98	25.49	92.79
Median housing value(\$1000)	457	138.82	91.98	64.00	261.30
Unemployment (%)	457	4.21	3.74	0.90	8.53
Female-headed family (%)	457	21.46	17.03	3.21	43.16
Teenage school dropout (%)	457	15.56	20.78	0.00	46.38
Welfare receipt (%)	457	1.89	2.90	0.00	7.12
Population density per acre	457	32.55	225.03	2.23	16.61

Table 3. Comparison of yearly outdoor crime rates by percentage of urban trees within block group

Percentage of urban trees	N	Mean of yearly outdoor crime rates per acre	Standard deviation	F -value	Prob> F
Tree 0%~25%(Low)	127	1.201	1.620	17.67	<0.000
Tree 25%~50%(Mid)	271	0.741	0.987		
Tree>50%(High)	59	0.146	0.250		
Total	457	0.792	1.188		

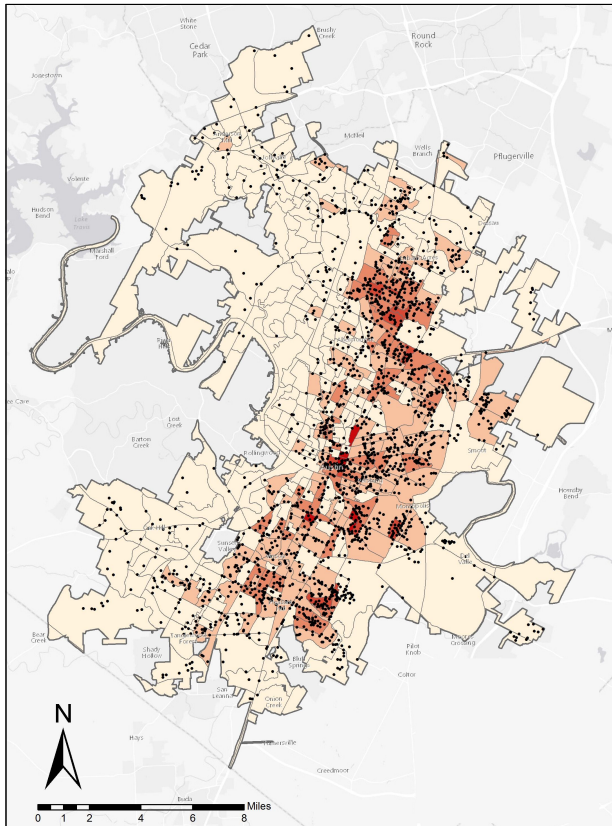


Figure 1. Distribution of outdoor crimes

Legend: Yearly outdoor crime rates (per acre)

- Crime location
- 0.00~0.55
- 0.55~1.52
- 1.52~3.05
- 3.05~6.60
- 6.60~11.42
- Block group boundary
- Austin city boundary

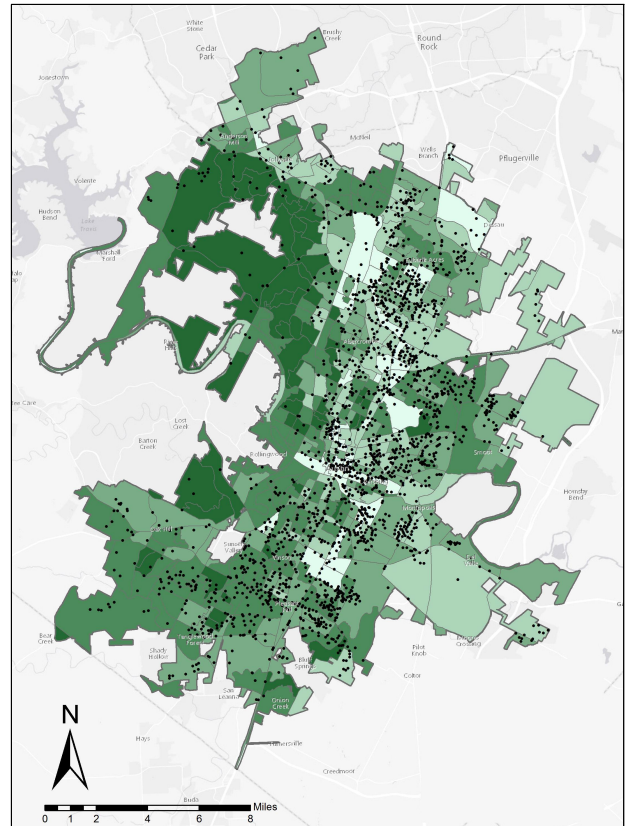


Figure 2. Distribution of urban green space based on NDVI

Legend: Normalized difference vegetation index (NDVI)

- Crime location
- 0.14~0.12
- 0.12~0.19
- 0.19~0.25
- 0.25~0.32
- 0.32~0.63
- Block group boundary
- Austin city boundary

부족한 것으로 나타났다(Figure 2 참조).

3. 도시녹지와 옥외범죄율의 상관관계 평가

본 연구의 가설 2에 해당하는 도시녹지와 옥외범죄율의 상관관계 연구결과는 Table 4와 같다. Table 4는 사회·인구학적 특성의 변수를 통제시키며, 개개의 도시녹지변수의 영향력을 살펴본 일대일모형(One-by-One Models)과 통제변수/도시녹지변수가 모두 사용된 최종모형(Final Model)의 결과를 포함하고 있다.

1) 사회·인구학적 특성 변수와 옥외범죄율의 상관관계

최종모형(Final Model)에 사용된 사회·인구학적 특성의 8개의 통제변수 중 95%내에서 유의미한 결과 값을 갖는 변수는 소수인종 비율, 소득수준, 10대 학교 중퇴자 비율로 나타났다. 소수인종의 비율이 높을수록(Coef. = 0.01, $p < 0.000$), 10대 학교 중퇴자 비율이 높을수록(Coef. = 0.01, $p < 0.000$) acre당 연간 옥외범죄율은 높은 것으로 나타났으며, 소득수준이 높을수

록(Coef. = -0.01, $p = 0.044$) acre당 연간 옥외범죄율은 떨어지는 것으로 나타났다.

2) 도시녹지변수와 옥외범죄율의 상관관계

우선 8개의 사회·인구학적 특성의 변수를 통제시키며 옥외범죄율에 대한 개별 도시녹지변수의 영향력을 살펴본 일대일모형(One-by-One Models)의 결과에서 총 세 개의 변수가 유의미한 결과를 나타내었다. 불투수성 토지면적 비율의 증가는 acre당 연간 옥외범죄의 비율과 양(+)의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 도시녹지와 관련된 변수 중 정규식생지수(NDVI)와 공원면적 비율은 종속변수인 acre당 연간 옥외범죄율과 음(-)의 관계를 나타내었다. 다시 말해서 정규식생지수(NDVI), 공원면적이 높을수록 연구 대상지의 acre당 연간 옥외범죄율은 떨어지는 것으로 나타났다.

최종모형(Final Model)에서 유의미한 결과를 갖는 변수는 정규식생지수(NDVI)와 공원면적 비율로 나타났다. 일대일모형의 결과와 마찬가지로 acre당 연간 옥외범죄율은 정규식생지수(NDVI)를 바탕으로 한 도시녹지밀도(Coef. = -1.36, $p = 0.042$)

Table 4. Correlations between urban green space and yearly outdoor crimes based on the OLS regressions

Category	Variables	One-by-One models [*]			Final model		
		Coefficient	95% confidence interval		Coefficient	95% confidence interval	
Socio-demographic variables	Minority(%)				0.01 ^{***}	0.01	0.02
	Income(\$1000)				-0.01 [*]	-0.01	0.00
	Median housing value(\$1000)				0.00	0.00	0.00
	Unemployment(%)				0.00	-0.03	0.03
	Female-headed family(%)				0.00	0.00	0.01
	Teenage school dropout(%)				0.01 ^{***}	0.00	0.01
	Welfare receipt(%)				-0.01	-0.05	0.03
	Population density per acre				0.00	0.00	0.00
Urban green space variables	Impervious surface areas(%)	0.02 ^{***}	0.02	0.03			
	Tree areas(%) [*]	-0.01	-0.01	0.00			
	Normalized difference vegetation index [*]	-1.66 ^{**}	-2.93	-0.38	-1.36 ^{**}	-2.67	-0.05
	Park areas(%) [*]	-0.01 ^{**}	-0.02	0.00	-0.01 [*]	-0.01	0.00
	Water areas(%)	0.00	-0.02	0.01			
					표본수(N) = 457 Adj. R-squared = 0.3068 Root MSE = 0.9893		

*** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.10$

^{*} 본 연구에서는 해당 변수를 도시녹지와 관련된 변수로 설정하였다.

^{*} One-by-One 모형은 사회·인구학적 특성의 모든 변수들(소수인종, 소득수준, 집값, 실직률, 여성가장비율, 10대 학교 중퇴자비율, 복지후생 수혜비율, 인구밀도)을 통제시키며, 옥외범죄율에 대한 도시녹지변수 개개의 영향력을 살펴본 것이다.

와 공원면적 비율(Coef. = -0.01, $p = 0.062$)이 높을수록 떨어지는 것으로 나타났다.

IV. 결론

본 연구는 기존의 도시녹지가 지니는 환경적, 정서적, 신체·활동적 측면 이외에 새롭게 염두에 볼 수 있는 도시안전성 제고에 관한 내용을 다루고 있다. 몇몇의 선행연구는 도시녹지가 도심지에 거주하는 사람들의 공격성과 폭력성을 낮추는 것과 관련성이 있음을 보여주고 있다. Kuo and Sullivan(2001a)은 근린주거환경 내에 도시녹지(나무와 잔디 등)의 양과 접근성이 각기 다른 공공주택에 거주하는 145명의 거주민을 대상으로 거주민의 공격성과 폭력성을 비교분석하였다. 그들의 연구결과에 따르면, 상대적으로 녹지가 거의 없는 척박한 근린환경에 거주하는 거주민이 녹지가 많은 근린환경에 거주하는 사람보다 더 높은 공격성과 폭력성을 지니고 있다고 하였다(Kuo and Sullivan, 2001a). 또한, 녹지가 적은 근린환경에 거주하는 사람들의 정신적인 피로도 역시 녹지가 많은 근린환경에 거주하는 사람들보다 더 높았다(Kuo and Sullivan, 2001a). 하지만 이들 연구는 도시녹지의 도시안전성 제고에 대한 새로운 역할을 제시하였지만, 소규모 지역을 대상으로 한 미시적인 측면에서의 연구라는 점에서 한계점을 갖는다. 따라서 본 연구에서는 미국 텍사스주 오스틴 시의 457개 블록그룹을 대상으로 사회인구학

적 특성을 통제하며, 도시녹지변수와 도시안전성을 대표하는 연간 옥외범죄율 간의 상관관계를 비교분석하였다.

본 연구에서 설정한 가설 1인 '도시녹지가 많은 지역이 도시녹지가 적은 지역보다 연간 옥외범죄율이 낮다.'는 일원분산분석을 통해 증명되었다. 일원분산분석결과, 도시녹지의 양이 25% 이하인 지역의 연간 옥외범죄율은 acre당 1.20%로써 도시녹지의 양이 25%~50%인 지역 및 50% 이상인 지역보다 acre당 연간옥외범죄율이 0.46%, 1.05% 높은 것으로 나타났다. 이는 GIS를 활용하여 만들어진 지도의 비교를 통해서도 파악되었다. 본 연구 대상지인 오스틴 시 동쪽 편은 정규식생지수로 표현된 도시녹지 밀도의 양이 많은 지역이었으며, 상대적으로 낮은 옥외범죄율을 보였다. 하지만, 대상지 서쪽 편은 도시녹지 밀도의 양이 상대적으로 적었으며, 연간옥외범죄율이 집중되는 모습을 보였다. 따라서 도시녹지 밀도에 따라 옥외범죄율의 차이가 나타났음을 알 수 있었다. 본 연구의 연구결과는 Kuo와 Sullivan(2001b)의 연구결과를 뒷받침하는데, 그들의 연구에서도 도시녹지의 양이 많이 분포되어 있는 빌딩 주변의 실제 범죄율이 도시녹지의 양이 적게 분포되어 있는 빌딩 주변의 범죄율보다 더 낮게 보고된 것으로 나타났다.

본 연구의 가설 2인 '도시녹지요소는 연간 옥외범죄율과 음의 상관관계를 갖는다.'는 최소자승법 회귀분석을 통해 증명되었다. 광역적인 측면에서의 좀 더 세밀한 분석을 위해 본 연구에서는 블록그룹별 사회·인구학적 특성 변수를 통제시켰으며,

도시녹지변수의 개별효과 판별을 위한 일대일모형과 통제변수 및 도시녹지변수가 모두 사용된 최종모형을 생성하였다. 일대일모형의 결과, 불투수성 토지면적 비율이 연간 옥외범죄율과 양의 상관관계를 보였으며, 정규식생지수 및 공원면적 비율은 음의 상관관계를 나타내었다. 불투수성 토지는 아스팔트, 콘크리트 등 지표면의 수분이 땅 속으로 스며들지 않는 녹지가 없는 지역을 의미한다. 따라서 불투수성 토지면적 비율이 높을수록 연간옥외범죄율이 높게 나왔다는 말은 도시녹지의 양이 적을수록 연간옥외범죄율이 높다는 것과 같은 말이다. 최종모형의 결과에서는 3개의 사회·인구학적 특성 변수와 2개의 도시녹지변수가 유의미한 결과를 나타내었다. 소수인종비율 및 10대 학교중퇴자비율이 높은 지역일수록 연간옥외범죄율이 높아지는 것으로 나타났고, 소득수준이 높을수록 연간옥외범죄율은 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 저소득층 지역에 연간옥외범죄율이 높은 것을 의미한다. 과연 저소득층 지역의 높은 옥외범죄율이 도시녹지밀도와 상관관계가 있는 것을 증명하기 위해서는 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 일대일모형 결과에서도 유의미한 결과를 보였던 정규식생지수와 공원면적 비율은 최종모형결과에서도 유의미한 변수로 남았으며, 정규식생지수 및 공원면적 비율이 높을수록 연간옥외범죄율은 낮아지는 것으로 나타났다. 최종모형에서 인구밀도 변수는 유의미한 결과를 나타내지 못하였으나, 일반적으로 녹지율이 높은 곳에는 인구밀도가 낮아서 사람을 대상으로 한 옥외범죄율이 낮을 가능성이 있다. 반대로 도시녹지율이 높더라도 아파트 등이 많이 밀집되어 인구밀도가 높게 나올 수도 있는데, 이런 경우에는 오히려 도시녹지율의 영향으로 본 연구의 결과처럼 옥외범죄율이 낮을 수도 있다. Kuo와 Sullivan(2001b)의 연구에 의하면 인구밀도가 높은 도심지 근린환경(inner-city neighborhood)에서 도시녹지율이 많은 지역에서 실제 범죄발생빈도가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 도시녹지와 옥외범죄율에 대한 추후 연구에서는 마을(town, village) 혹은 커뮤니티 단위의 소지역을 대상으로 인구밀도에 대한 영향력을 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 일대일모형에서 유의미한 결과를 보였던 불투수성 토지면적 비율은 최종모형에 남지 않았는데, 그 이유는 유의미한 결과를 보였던 정규식생지수 변수와 다중공선성의 문제를 보였기 때문이다. 불투수성 토지면적과 정규식생지수 간의 상관관계 지수는 -0.72로써 두 개의 변수 모두를 하나의 모형에 사용할 수 없었다.

본 연구는 네 가지 측면에서 기존의 선행연구와 차별성을 갖는다. 첫째, 본 연구는 광역적인 측면에서 미국의 오스틴 시를 대상으로 도시전체의 도시녹지와 도시안전성의 상관관계를 보여주었다. 이는 연구 표본 편향의 한계점을 극복함과 동시에 도시전체를 연구대상으로 하여 추후에 세부적인 연구를 진행시킬 수 있는 토대를 제공하고 있다. 둘째, 본 연구는 도시안전성에 대한 도시녹지의 역할을 효율적으로 분석하기 위해 근린

환경에서 발생할 수 있는 범죄 중 야외에서 발생할 수 있는 옥외범죄(폭력, 납치, 강도)만을 연구에 활용함으로써 연구결과의 신뢰성을 높였다. 이는 도시녹지가 야외의 물리적인 환경에서 구축되었기 때문에 옥외에서 발생한 범죄만을 연구에 활용하여 도시녹지와 도시안전성의 상관관계를 효율적으로 파악할 수 있었다는 것을 의미한다. 셋째, 통계분석과 더불어 객관적인 데이터를 바탕으로 한 GIS 지도를 비교·분석하여 도시녹지밀도와 연간옥외범죄율의 패턴을 시각화함으로써 연구결과의 신뢰성을 향상시켰다. 넷째, 오스틴 시는 2018년 기준 인구가 100만 명 가까이 되고, 인구밀도가 낮지 않기 때문에 이와 유사한 인구수와 밀도를 가진 국내 여러 도시에 본 연구의 결과가 활용될 수 있다. 이 연구가 좀 더 의미를 갖기 위해서는 국내 대상지를 바탕으로 한 추후 연구가 필수적으로 진행되어야 할 것이다. 또한, 도시 안전성과 관련되어 있는 여러 사회시스템(경찰 병력의 배치 현황, 인력, 안전시설 현황, CCTV 등)을 고려한 추가 연구가 필요할 것이다. 본 연구는 도시의 안정성 제고를 위해 도시녹지의 공급이 필요함을 시사하고 있으며, 추후 경관적인 측면에서 안전성 향상을 위한 도시녹지의 설계, 녹지 환경에서의 옥외활동행태, 소득수준과 도시녹지밀도 및 안전성의 상관관계 등을 연구할 필요가 있겠다.

- 주 1. 미국의 통계 단위는 크게 Census Block(소단위) - Block Group(중단위) - Census Tract(대단위)으로 구분된다. Block Group은 중간 단위의 지리학적 크기를 가지며, 미국 인구조사 통계청에서는 10년 주기로 미국 전 지역의 사회·인구학적 특성을 3개의 단위별로 나누어 파악하고 있다.
- 주 2. 1 acre의 크기는 4,046.86m²로서 한 면이 약 64m인 면적을 나타낸다. (1 acre = 4,046.86m² = 64×64m).
- 주 3. 본 연구에서 종속변수로 사용된 연간 옥외범죄율은 아래와 같은 식으로 계산되었다.
연간 옥외범죄율(yearly outdoor crime rate per acre) = [(5년간 총 옥외범죄 수) × 100] ÷ [Block Group 면적 (acre)] ÷ 5
- 주 4. Base Model = $\beta_1 \times$ 소수인종 + $\beta_2 \times$ 소득수준 + $\beta_3 \times$ 집값 + $\beta_4 \times$ 실직율 + $\beta_5 \times$ 여성가장비율 + $\beta_6 \times$ 10대 학교 중퇴자비율 + $\beta_7 \times$ 복지후생 수혜비율 + $\beta_8 \times$ 인구밀도.
- 주 5. One-by-One Models = $\beta_1 \times$ 소수인종 + $\beta_2 \times$ 소득수준 + $\beta_3 \times$ 집값 + $\beta_4 \times$ 실직율 + $\beta_5 \times$ 여성가장비율 + $\beta_6 \times$ 10대 학교 중퇴자비율 + $\beta_7 \times$ 복지후생 수혜비율 + $\beta_8 \times$ 인구밀도 + 개별 도시녹지변수.
- 주 6. Final Model = 사회·인구학적 특성변수(Base Model 변수) + 유의미한 도시녹지변수.

References

1. Berrigan, D., L. W. Pickle and J. Dill(2010) Associations between street connectivity and active transportation. *International Journal of Health Geographics* 9(1): 20.
2. Feyisa, G. L., K. Dons and H. Meilby(2014) Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. *Landscape and Urban Planning* 123: 87-95.
3. Forbes. Available online: <http://www.forbes.com/pictures/emeg45iikm/1-austin-texas/> (accessed on March 28 2018).
4. Giles-Corti, B., M. H. Broomhall, M. Knuiman, C. Collins, K. Douglas, K. Ng, A. Lange and R. J. Donovan(2005) Increasing walking: How

- important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine* 28: 169-176.
5. Hartig, T. and G. W. Evans(1993) Psychological foundations of nature experience, *Advances in Psychology* 96: 427-427.
 6. Kaplan, R. and S. Kaplan(1989) *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*; CUP Archive: Cambridge, UK.
 7. Kazmierczak, A.(2013) The contribution of local parks to neighbourhood social ties, *Landscape and Urban Planning* 109(1): 31-44.
 8. Kim, Y. J. and A. Woo(2016) What's the score? Walkable environments and subsidized households, *Sustainability* 8(4): 396.
 9. Kim, Y. J., C. Lee and J.-H. Kim(2018) Sidewalk landscape structure and thermal conditions for child and adult pedestrians, *Int J Environ Res Public Health* 15(1): 158.
 10. Kuo, F. E. and W. C. Sullivan(2001a) Aggression and violence in the inner city effects of environment via mental fatigue, *Environment and Behavior* 33(4): 543-571.
 11. Kuo, F. E. and W. C. Sullivan(2001b) Environment and crime in the inner city does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior* 33(3): 343-367.
 12. Kweon, B. S., W. C. Sullivan and A. R. Wiley(1998). Green common spaces and the social integration of inner-city older adults, *Environment and Behavior* 30(6): 832-858.
 13. Lee, Y.-M.(2008) The study on the correlation analysis between the experienced crime victimization rate and the evaluation indicator for residents' safety of outdoor spaces from crime in multi-family housing, *Journal of the Korean Housing Association* 19(2): 73-82.
 14. Peters, K., B. Elands and A. Buijs(2010) Social interactions in urban parks: Stimulating social cohesion? *Urban Forestry and Urban Greening* 9(2): 93-100.
 15. Rodriguez, D. A., A. L. Brown and P. J. Troped(2005) Portable global positioning units to complement accelerometry-based physical activity monitors, *Med. Sci. Sports Exerc* 37: S572-S581.
 16. Saelens, B. E., J. F. Sallis, J. B. Black and D. Chen(2003) Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation, *American Journal of Public Health* 93(9): 1552-1558.
 17. Staats, H., A. Kieviet and T. Hartig(2003) Where to recover from attentional fatigue: An expectancy-value analysis of environmental preference, *Journal of Environmental Psychology* 23(2): 147-157.
 18. Susca, T., S. R. Gaffin and G. R. Dell'Oso(2011) Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs, *Environmental Pollution* 159(8): 2119-2126.
 19. U.S. Census Bureau, Available online: <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/48/4805000.html> (accessed on March 15 2018).
 20. Woo, A. and Y. J. Kim(2016) Spatial location of place-based subsidized households and uneven geography of opportunities: Case of Austin, Texas in the US, *Community Development* 47(1): 45-62.
 21. Yu, C. Y.(2014) Environmental supports for walking/biking and traffic safety: Income and Ethnic Disparities, *Preventive Medicine* 67: 12-16.

Received : 29 August, 2018

Revised : 31 October, 2018 (1st)

08 February, 2019 (2nd)

Accepted : 08 February, 2019

3인익명 심사필