

도시 환경이 온열질환 발생에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on the Influence of Urban Environment on the Generation of Thermal Diseases

이수미, 권일, 김용진

한국교통대학교 도시·교통공학과

Su-Mi Lee(2sm0405@naver.com), Ihl Kweon(ikwon@ut.ac.kr),
Yong-Jin Kim(yj-kim@ut.ac.kr)

요약

기후변화로 인한 도시열환경 악화, 온열질환자 발생은 중요한 사회 문제 중 하나로 대두되었다. 이에 폭염 등의 기후변화에 관한 연구가 활발해졌으나 주로 기후요소에 집중되고 있다. 그러나 도시열섬현상은 여름철 폭염을 가속화시키며, 도시지역에서의 온열질환자가 급증하는 추세로 미루어 도시의 환경의 영향을 짐작할 수 있다. 이에 본 연구는 서울시와 경기도를 대상으로 도시지역의 물리적·사회적 특성이 온열질환자에 미치는 영향을 분석하였다. 분석을 위해 본 연구에서는 음이항회귀분석을 활용하였다. 분석 결과, 토지이용현황 중 주요 열에너지방출원인 주거·상업·공업시설 연면적의 비율은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났지만, 도로면적과 녹지면적은 각각 양과 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 사회적 특성 변수에 포함된 인구밀도와 65세 이상 인구 비율, 독거노인 비율, 기초생활수급자 비율은 모두 유의한 것으로 나타났는데, 독거노인 비율과 인구밀도 비율만 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 연구의 결과는 지역별 온열질환자와 관련한 도시 정책적 대안을 마련하는데 활용할 수 있다.

■ 중심어 : | 폭염 | 도시열섬현상 | 온열질환 | 푸아송회귀분석 | 음이항회귀분석 |

Abstract

The deterioration of the urban heat environment due to climate change and the occurrence of heat-related diseases have emerged as one of the major social problems. This has led to more research on climate change, including heat waves, but it is mainly focused on climate factors. However, the urban heat island phenomenon accelerates the summer heat wave, and the increasing trend of heat-related patients in urban areas suggests the impact of the city's environment. Thus, this study analyzed the effects of physical and social characteristics of urban areas on heat-related patients in Seoul and Gyeonggi-do. The analysis showed that the ratio of the total area of residential, commercial and industrial facilities, the main source of heat energy locality, among the land use statuses, was not statistically significant, but the road area and the green area were found to have a positive and negative effect. The population density and the percentage of people aged 65 or older, the percentage of people living alone and the proportion of people receiving basic living were all shown to be significant, with only the ratio of elderly living alone and the ratio of population density having negative effects. The results of the study can be used to develop urban policy alternatives related to local warming patients.

■ keyword : | Heat Wave | Urban Heat Island | Heat-Related Illness | Poisson Regression Model | Negative Binomial Regression Model |

* 이 성과는 2016년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016R1C1B2010619).

접수일자 : 2019년 09월 19일

심사완료일 : 2019년 11월 11일

수정일자 : 2019년 11월 11일

교신저자 : 김용진, e-mail : yj-kim@ut.ac.kr

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2018년도 여름은 1994년 역대 최악의 폭염을 넘어서 최고기온이 41.0℃로 강원도 홍천에서 기록되었고, 서울특별시의 경우에는 기상관측 사상 111년 만에 역대 최고기온인 39.6℃가 기록되었다[1]. 이와 같은 기후변화는 인간의 건강과 밀접한 관련이 있으며, 특히 폭염과 같은 기온상승은 건강에 심각한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[2].

이 때, 폭염은 지구 온난화로 인한 기류변화와 함께 도시열섬현상으로 대도시 지역에서 특히 그 피해가 심각할 것으로 짐작할 수 있다[3]. 동시에 폭염에 대한 대비 측면에서 도시 주변 지역에서의 취약성이 높다는 주장도 있다[4]. 특히, 폭염으로 인한 피해를 직업군에 따라 살펴보면 농업어업숙련종사자가 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타나[5], 전국을 대상으로 분석할 경우 비도시지역에서의 폭염으로 인한 피해가 더 클 것으로 예상할 수 있다. 이러한 측면에서 폭염으로부터 취약한 지역을 파악하고 그 피해를 사전에 예방하고자 하는 연구가 중요한 시점이다.

이에 본 연구는 폭염의 피해를 대표하는 온열질환자를 대상으로 도시별 특성이 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 한다. 연구의 결과는 지역별 특성에 따른 온열질환자 발생의 관계를 도출하여 온열질환자 발생을 사전에 예측하고 예방 및 감소시킬 수 있는 도시 정책적 대안을 마련하는데 활용될 것으로 기대한다.

II. 선행연구 검토

1. 도시지역에서의 기후변화 영향 요인

폭염 및 기후변화와 관련된 연구는 주로 보건분야와 환경(기후)분야에서 이루어졌다. 그러나 도시열섬현상 등 도시 기후와 도시 환경의 밀접한 관계가 알려지면서부터 도시계획에서도 이와 관련된 연구가 이뤄지고 있다. Kolokotroni 외[5], 김용진 외[6] 등은 도시열섬현상과 도시의 물리적 환경의 관계를 고찰하였다. 오규식 외[7]는 도시공간 구성요소와 열섬현상의 관계를 분석

한 후 공원과 녹지를 통한 저감효과를 측정하고 활용방안을 모색하였다. Coutts[8], 제민희 외[9]는 도시계획으로 인한 도심 열기후의 영향을 고찰하여 도시의 밀도, 도로, 용도 등으로 인한 영향을 주장한 바 있다. 그 밖에도 도시지역의 사회적인 특성은 열섬현상으로 인한 피해 취약지를 평가하는 연구에 사용되었다. 조혜민 외[10]는 폭염과 도시열섬현상 등에 대처능력이 부족한 사회취약계층을 기준으로 도시 열환경 취약지를 도출하였다.

2. 온열질환자에 영향을 미치는 요인

도시의 열환경은 거주민의 건강과 밀접한 관련이 있다. 이에 김지영 외[11]는 도시별 인구 규모에 따라 폭염 취약성을 비교하였으며, 그 결과 서울과 인천 등 수도권에서 거주하는 주민이 폭염에 가장 취약하고 영남권에 거주하는 주민이 폭염에 대한 적응도가 높은 것을 밝혔다. 정다운 외[12]는 온열질환자수가 일최고기온과 관련이 깊고, 광역시보다 비광역시에서 더 많이 발생할 수 있음을 주장한 바 있다. 이나영 외[13]는 서울시 25개구를 대상으로 여름철 열지수와 취약계층 사망률을 통해 고온이 취약계층에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 또한, Kolokotroni와 Giridharan[14]은 런던을 대상으로 도시열섬현상으로 인한 온열질환자 발생의 관계를 고찰한 바 있다.

3. 선행연구와의 차별성

선행연구에서는 도시지역의 물리적·사회적 특성이 도시지역의 기후변화에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 그러나 도시지역에서의 폭염의 피해와 관련된 연구는 대부분 기후요인에 주목하여 분석이 이루어져, 실제 거주민의 열환경으로 인한 피해와 도시 환경과의 관계를 분석한 연구는 많지 않다. 이에 본 연구는 기후요인이 아닌 지역별 특성에 주목하여 폭염의 피해를 분석하였다는 점에서 선행연구와 차별성이 있다.

III. 연구의 범위 및 방법

1. 연구 범위

본 연구의 시간적 범위는 2017년 6월부터 8월까지이다. 다음으로 폭염의 피해를 평가하는 지표는 주로 열(기온) 및 그에 따른 초과 사망자를 주로 사용하고 있다[15][16]. 그러나 열에 의한 피해는 사망에만 그치는 것이 아니라 가벼운 두통에서부터 경련에까지 이르는 질환을 포함한다. 질병관리본부의 온열질환 감시체계에서는 질병코드 T67.0 ~ T67.9(T67.6 제외)의 환자를 온열질환자 증상으로 집계한다. 본 연구에서는 주상병 질병코드가 T67(열 및 빛의 영향)인 지역별 온열질환자 수를 연구의 내용적 범위로 사용하였다. 마지막으로 본 연구의 공간적 범위는 우리나라에서 대표적인 도시 지역으로 도시화율이 높고, 온열질환자 수가 급격히 증가한 서울특별시 자치구와 인접한 경기도 시 단위를 연구의 범위로 선정하였다. 도시지역을 구분할 때에 군 단위는 비도시지역으로 분류하기 때문에 경기도의 시 단위만을 범위에 포함하였다.

2. 분석 변수

2.1 온열질환자

질병관리본부의 온열질환 감시체계는 전국 응급실 운영 의료기관 529곳에서 폭염으로 인한 온열질환자 및 온열질환 추정 사망자에 대한 신고를 통해 집계되었으나, 질병코드 T67.6(열과성 열피로)의 환자는 제외되었다[13]. 따라서 본 연구에서는 서울시 자치구와 경기도 시 단위의 주상병 질병코드가 T67(열 및 빛의 영향)인 지역별 온열질환자 수를 종속변수 자료로 활용하였다.

2.2 지역별 물리적 특성

도시열섬현상은 도시지역에서 발생하는 특징적인 기후변화 현상으로 도시열섬현상을 통해 도시지역의 기온을 상승시키는 원인에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 그 원인들 중 도시지역의 토지이용은 건축물의 밀도가 높은 시가화면적이 증가할수록 지표면의 온도가 증가하고[17] 건물이 고층화될수록 습도 및 풍속이 변화하여 기온을 상승시키는 것으로 알려져 있다[18].

이러한 선행 연구의 결과를 바탕으로 본 연구에서는 열에너지와 밀접한 관련이 있는 토지이용현황과 시설

물의 높이를 나타내는 특성을 변수에 포함하였다. 열 에너지 방출원으로는 건축물의 밀도가 높으며 인구의 가장 많은 활동이 이루어지는 주거·산업·공업 용도의 시설물연면적 비율과 도로면적 비율을 변수에 포함하였다. 이와 반대로 녹지면적의 비율은 열 에너지를 흡수하는 기능으로 변수에 포함하였다[19]. 모든 물리적 변수는 도시의 규모가 다르기 때문에 비율로 표준화하였다. 시설물연면적 비율은 주거, 상업, 공업 용도만을 다루기 때문에 시가화면적 당 각 시설물의 연면적 비율이며 도로와 녹지는 각각 행정구역 면적당 차지하는 면적의 비율이다. 건축물 제 56조에 의하면 지역별 시설물의 높이를 비교할 수 있는 변수인 용적률은 대지면적에 대한 연면적의 비율을 의미한다. 그러나 본 연구에서는 토지이용용도에 따라 종속변수에 영향을 미치는지 분석하기 위해 모든 시설물의 평균 용적률을 변수에 포함하지 않고 용도별 연면적 비율을 통해 용적률을 대체하였다. 용도별 연면적 자료는 국토교통부의 건축물생애이력 관리시스템에서 제공되는 자료를 활용하였다. 연면적 비율을 계산하기 위한 시가화면적과 녹지면적은 통계청 용도지역의 도시지역 통계에서 추출하였고, 도로면적은 지목별 국토이용현황 통계에서 추출하였다.

2.3 지역별 사회적 특성

폭염 등으로 인한 온열질환은 사회 취약계층이 더 취약한 것으로 알려져 있다. 이처럼 본 연구에서 지역의 사회적 특성 역시 중요한 변수라고 할 수 있다. 폭염으로부터 건강 취약성을 분석한 연구에서는 열환경에 취약한 고령자, 사회경제적으로 소외된 취약계층, 병·의원 및 보건의료의 인프라 제공이 부족한 지역 등이 변수에 포함되었다[15][20]. 본 연구에서는 열환경에 취약한 65세 이상 고령자의 인구 비율과 사회·경제적으로 소외된 독거노인과 기초생활수급자 비율을 변수에 포함하였다. 자료는 통계청에서 수집하고 각각 지역별 총 인구 수 대비 비율로 환산하여 변수에 포함하였다. 연구의 범위가 도시지역만을 대상으로 하기 때문에 보건의료 인프라 제공에 관한 변수는 제외하였다. 지역별 특성은 인구밀도에 비례하여 계획되므로 지역별 특성을 구분하는 대표적인 변수로 인구밀도를 포함하였다.

3. 분석 방법

본 연구의 종속변수인 온열질환자 수는 0이상의 가산 변수로 음의 값을 가질 수 없어 좌측으로 치우친 비정규분포를 보인다. 종속변수가 정규분포가 아닌 경우에는 음의 추정치 양산으로 인한 비선형성, 이분산성, 잔차와 독립변수의 상관성 문제가 발생하여 결과가 정확하지 않다는 한계가 나타난다. 이 때문에 종속변수가 가산변수일 경우에는 일반적인 최소자승법에 근거한 선형회귀모형이 아닌 일반화선형모형을 활용하는 것이 적합하다[21].

일반화선형모형 중에서 종속변수가 가산변수일 때 활용하는 분석방법은 푸아송회귀분석과 음이항회귀분석이 있다. 푸아송회귀분석과 음이항회귀분석의 적합도는 데이터가 모형을 벗어나는 정도인 총 이탈도를 통해 판단하며 총 이탈도는 편차를 자유도로 나눈 값으로 1에 가까울수록 모형에 적합하고, 4보다 크면 적합하지 못한 것을 의미한다[22]. 이에 본 연구에서는 푸아송회귀분석과 음이항회귀분석을 비교하여 가장 적합한 모형으로 결과를 해석할 것이다.

IV. 분석결과

1. 변수의 일반적 통계

온열질환자에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수는 다음 [표 1]과 같다. 연구의 종속변수인 온열질환자 수의 가장 환자가 많은 지역은 서울시 서초구가 484명이며 가장 환자가 적은 지역은 경기도 의정부시(0명)로 확인되었다. 전체 지역의 평균 환자 수 약 56명을 기준으로 온열질환자 수를 비교해보면, 서울의 서초구를 비롯해 은평구, 서대문구, 경기도의 평택시, 부천시, 수원시, 안산시 등 14개 지역이 환자 수 상위지역으로 나타났다며 총 환자 수는 2030명 이었다. 그러나 하위지역의 총 환자 수는 938명으로 상위권과 차이가 크게 나타났다. 상·하위 지역의 환자 수 및 전체 53개 지역에 대한 일반적인 통계에서 온열질환자는 지역별로 편차가 큰 것으로 보아 지역별 특성의 영향을 많이 받을 것으로 판단된다.

토지이용환경은 서울시, 경기도, 전체 모두 주거시설

연면적이 가장 높은 비율을 차지하였고 상업, 공업 순으로 면적비율이 높게 나타났다. 그러나 서울시와 경기도의 평균 주거·상업·공업시설연면적을 비교하여보면 주거·상업의 토지이용평균 면적은 서울시가 더 높은 것으로 나타났으나 공업시설연면적은 경기도에서 더 높은 것으로 나타났다. 이는 공업시설의 부지면적이 다른 용도보다 더 넓은 면적을 필요로 하고 공해 등으로 인해 주거 및 상업지역과 멀리 떨어져 도록 계획하기 때문에 경기도에 더 많이 위치하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 또한 주거용도의 경우에도 최댓값이 경기도에 더 높은 것으로 나타났는데, 공업용도와 마찬가지로 경기도에 서울의 위성도시로 주거지역이 계획되었기 때문에 지역의 수와 면적이 넓은 경기도에 주거시설연면적의 최댓값이 높은 것으로 해석된다.

열에너지 흡수원인 녹지면적의 비율은 서울시 보다 경기도에서 더 많은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 경기도의 지자체 수와 행정구역의 면적이 더 넓기 때문일 수도 있지만, 도시화가 가장 빨리 진행된 서울시보다 녹지공간에 대한 필요성과 규제가 강화되면서 경기도에 녹지면적이 더 많이 계획되어 나타난 결과로 보인다.

서울시와 경기도, 전체적으로 독거노인의 비율은 65세 이상 고령자 비율 보다 적은 것을 확인 할 수 있다. 사회적으로 취약계층에 속하는 독거노인의 비율이 65세 이상 고령자 비율에 비해 적은 것으로 보아 서울시와 경기도 고령자의 생활수준은 높을 것으로 예상할 수 있다. 그러나 서울시와 경기도를 비교할 때 평균적으로 서울시가 고령자 및 기초생활수급자 비율이 높지만 최댓값과 최솟값이 차이는 경기도에서 크게 나타나 경기도 내에서 지역별 폭염 취약 정도에 편차가 있을 것으로 판단된다.

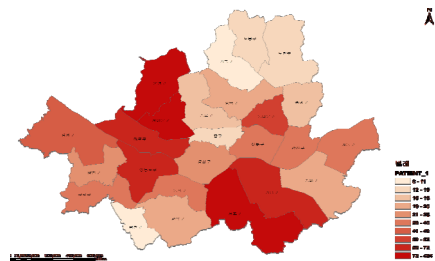


그림 1. 서울시 온열질환자 수 분포 지도

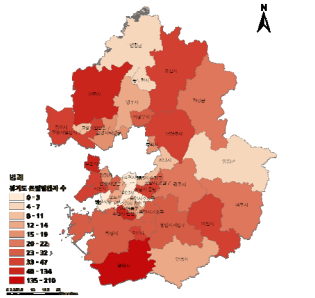


그림 2. 경기도 온열질환자 수 분포 지도

2. 도시지역별 특성과 온열질환자의 관계

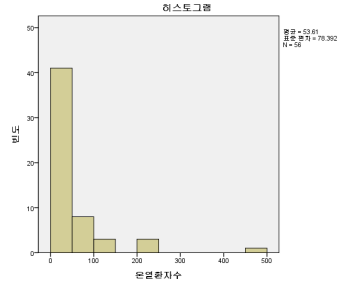


그림 3. 온열질환자 수 히스토그램

표 1. 변수 기술통계

구분	변수	최소값	최대값	평균	표준편차
전체 (53)	온열질환자 수	0	484	56.00	79.92
	주거시설연면적 비율	21.56	151.42	73.79	26.51
	상업시설연면적 비율	8.16	72.31	24.21	11.19
	공업시설연면적 비율	0.00	29.46	3.92	5.96
	도로면적 비율	1.94	21.55	10.27	4.84
	녹지면적 비율	0.25	88.45	42.46	23.42
	인구밀도	183.25	25973.22	9971.86	7944.51
	65세 이상 인구 비율	7.95	18.20	12.70	2.22
	독거노인 비율	0.28	5.27	2.26	1.12
	기초생활수급자 비율	0.79	5.03	2.47	0.92
서울시 (25)	온열질환자 수	8	484	65.56	103.05
	주거시설연면적 비율	41.02	121.61	81.64	19.55
	상업시설연면적 비율	15.20	72.31	28.30	12.40
	공업시설연면적 비율	0.00	23.76	1.911	4.91
	도로면적 비율	7.90	21.55	13.52	3.57
	녹지면적 비율	0.25	59.33	34.48	16.42
	인구밀도	6577.11	25973.22	16979.20	4825.63
	65세 이상 인구 비율	11.57	17.31	13.68	1.43
	독거노인 비율	1.10	3.62	2.33	0.62
	기초생활수급자 비율	1.18	4.77	2.74	0.90
경기도 (28)	온열질환자 수	0	210	47.46	48.06
	주거시설연면적 비율	21.56	151.42	66.78	30.10
	상업시설연면적 비율	8.16	42.29	20.56	8.68
	공업시설연면적 비율	0.00	29.46	5.71	6.32
	도로면적 비율	1.94	17.58	7.37	3.90
	녹지면적 비율	3.29	88.45	49.60	26.54
	인구밀도	183.25	15821.02	3715.32	3846.57
	65세 이상 인구 비율	7.95	18.20	11.82	2.45
	독거노인 비율	0.28	5.27	2.21	1.44
	기초생활수급자 비율	0.79	5.03	2.24	0.90

[그림 3]는 종속변수인 온열질환자 수의 히스토그램을 나타낸 그래프이다. 온열질환자 수는 0 이상의 가산 자료로 정규분포를 만족하지 않고 상위 온열질환자 수와 하위 온열질환자 수의 차이가 크게 나타나 지역별 편차가 있음을 확인할 수 있다.

[표 2]는 일반화선형회귀모형 중 종속변수가 가산변수일 때 사용하는 포아송회귀분석과 음이항회귀분석의 적합도를 나타낸 것이다. 연구방법에서 설명하였듯이 모형의 총 이탈도가 4 이상이면 모형에 적합하지 않고 1에 가까울수록 모형에 적합하기 때문에 본 연구에서는 음이항회귀분석이 분석모형에 적합하다는 것을 확인하였다.

표 2. 모형 적합도

모델	값	자유도	총 이탈도
Poisson	1853.87	44	42.13
Negative Binominal	33.50	44	0.76

음이항회귀분석 결과, 우도비 카이제곱의 값(χ^2)이 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다는 것을 확인하였다. [표 3]은 종속변수에 독립변수들이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는지 분석한 결과이다.

표 3. 음이항회귀분석 결과

	변수	B	표준오차	Wald 카이제곱
물리적 특성	온열질환자 수	3.416**	1.6079	4.513
	주거시설연면적 비율	-.003	.0084	.110
	상업시설연면적 비율	-.025	.0214	1.340
	공업시설연면적 비율	-.022	.0317	.499
	도로면적 비율	.180**	.0789	5.190
	녹지면적 비율	-.023**	.0094	6.092
사회적 특성	인구밀도	.000***	4.6880E-05	7.047
	65세 이상 인구 비율	.452***	.1526	8.763
	독거노인 비율	-.947***	.2230	18.049
	기초생활수급자 비율	.556***	.1605	12.003
$\chi^2 = 33.80$ ($p = 0.000$) LL = -262.591 deviation/df = 0.731				

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

물리적 특성인 주거·상업·공업지역의 시설물연면적 비율은 열에너지 방출원으로 변수에 포함되었으나 온열질환자에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 서울시와 경기도는 도시열섬현상이 발생하는 대표적인 지역으로 이미 우리나라에서 도시화율이 가장 높은 지역들이다. 따라서 서울시와 경기도의 내에서 지역별 시설물의 물리적 환경을 비교하는 것은 크게 차이가 없기 때문에 유의하지 않은 것으로 예상되며, 토지이용환경이 온열질환자에 미치는 영향을 분석하기에는 분석범위에 대도시만을 비교하는 것은 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 그러나 도시열섬현상 및 폭염과 밀접한 관련이 있는 녹지면적은 면적비율이 0.23% 감소할수록 온열질환자가 증가하는 것으로 나타났다. 건물옥상녹화 및 녹지면적 확대가 도시열섬현상의 해결방안으로 제시되는 선행연구[23] 결과와 더불어 녹지지역은 직접적으로 온열질환자 수를 감소시키는 데에 영향을 미치며 녹지지역이 넓은 지역일수록 온열질환자가 많이 발생하지 않는다는 것을 확인하였다.

도로는 면적이 넓어질수록 더 많은 자동차 통행량을 수용하여 대기오염물질을 발생시키고, 포장재질로 인해 빗물이 토지에 고이지 않아 열에너지를 흡수하는 기능을 감소시킨다[24]. 이러한 도로의 기능과 같이 도로 면적의 비율이 0.18% 넓어질수록 온열질환자가 증가하는

것으로 나타났다. 도로면적의 비율은 높은 도시지역일수록 온열질환자가 더 많이 발생한다는 것을 알 수 있다.

물리적인 특성과 다르게 사회적인 특성의 변수들은 모두 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 먼저 65세 이상의 인구의 비율은 0.452% 높아질수록 온열질환자가 많이 발생하고 기초생활수급자의 비율은 0.556% 높아질수록 온열질환자가 증가하는 양의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 독거노인의 비율은 0.947% 감소할수록 온열질환자가 증가하는 음의 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 대부분의 독거노인은 65세 이상의 혼자사는 고령자를 의미하며 사회적으로 취약계층에 속한다. 신체적으로도 취약한 독거노인은 폭염의 날씨인 경우에는 더욱 야외 활동을 하지 않기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 예상된다. 그러나 독거노인은 65세 이상 고령자에 포함되고 서울시 25개구 내에서의 폭염에 의한 취약계층 사망률 분석 결과 독거노인의 비율이 높을수록 사망자 수가 증가할 것이라는 선행연구[11]에 따라 독거노인이 많은 지역일수록 온열질환자가 많 것이라고 예상할 수 있다.

인구밀도는 유의수준1%에서 아주 미세한 음의 방향으로 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 인구밀도가 온열질환자 수의 단위보다 크기 때문에 판단된다. 지역의 인구밀도가 높을수록 도시열섬현상이 확대되어 더 많은 인구가 열환경에 노출될 가능성이 있다는 연구결과[25]와 반대의 결과지만 미세한 음의 방향이므로 분석결과에 큰 영향을 미치지 않을 것이다.

V. 결론

1. 연구의 고찰

본 연구에서는 전세계적으로 나타나는 고온화 현상과 함께 도시열섬현상 등 도시 내 열환경으로 인한 피해가 커짐에 따라 도시계획적 대안을 도출하기 위해 온열질환자를 통해 폭염의 피해가 도시지역별 물리적·사회적 특성의 영향을 받는지에 대하여 분석하였다.

분석결과와 다음과 같다. 폭염을 가속화하여 영향을

미칠 것으로 예상된 도시의 주거·상업·공업 시설의 연면적 비율은 온열질환자에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 온열질환을 비롯하여 질병들의 지역별로 차이를 분석한 선행연구에서 도시와 비도시간의 격차는 크게 드러났으나, 인접한 지역 간에는 차이가 크지 않다는 연구[23]와 비슷한 결과로, 연구의 공간적 범위가 서울시와 경기도 수도권 대도시만을 대상으로 하기 때문으로 이해할 수 있다. 도로는 면적이 넓은 지역일수록 온열질환자 수가 증가하는 것으로 나타났다. 자동차 통행량과 밀접한 관련이 있는 도로 면적은 대기오염 등으로 인한 기온변화를 심화시켜 외부활동을 하는 온열질환자에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

사회적 특성은 물리적 특성과 다르게 모든 변수가 유의한 것으로 나타났다. 독거노인 비율 변수는 음의 방향의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 65세 이상 인구 비율이 많은 지역일수록 온열질환자가 증가하는 것으로 나타나, 고령자의 온열질환 취약성을 확인할 수 있었으며 도시 내 고령자 밀집지역에 대한 온열질환 예방의 집중적 정책이 필요함을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 시사점을 가지고 있다. 첫째, 도시지역 내에서는 이미 지역별 물리적 특성이 유사하기 때문에 직접적인 온열질환자에 영향을 미치는지 비교하는데 한계가 있다. 다만, 물리적 특성이 도시지역의 기후변화에 영향을 미친다는 선행연구의 결과와 도로면적 비율과 녹지면적 비율이 온열질환자의 증가와 감소에 영향을 미친다는 분석결과에 따라 온열질환자를 감소시키는 녹지의 조성의 중요성을 다시금 인식할 필요가 있다. 둘째, 취약 계층의 비율이 높은 지역일수록 온열질환자가 증가하는 결과로 보아 급격히 변화하는 기후변화에 대응하는 사회취약계층 및 고령자에 대한 대책이 부족한 것으로 판단된다. 폭염은 열환경에 취약한 연령 및 계층이 외부활동을 하는데 거부감을 형성하여 활동량을 감소시킬 수 있으며 사회적 고립을 심화시킬 수 있다. 따라서 지역별 사회적 특성을 고려한 폭염 대책이 마련될 필요가 있다. 셋째, 앞선 시사점을 토대로 온열질환자 발생에 대비하여 물리적 특성과 사회적 특성을 함께 고려한 지역별 물리적 환경의 조성과 함께 지역 특성을 고려한 정책이 요구된다.

2. 연구의 한계

본 연구에서는 인구밀도와 도시화율이 높은 대도시를 대상으로 도시지역의 지역별 특성이 폭염의 피해에 영향을 미치는지 확인하였다는 점에 의의가 있다. 또한 선행연구에서 폭염의 피해로 사망자만을 비교대상으로 한 연구와 달리 모든 온열질환을 폭염의 피해로 고려하였다는 점에서 선행연구와 차별성을 가진다. 그러나 영향을 미칠 것으로 예상되었던 토지이용환경의 주거·상업·공업 시설 연면적 비율 변수가 연구의 범위를 인접한 수도권 도시지역만으로 선정하였다는 점에서 유의하지 않은 결과가 도출된 것으로 이는 연구에 한계라 할 수 있다. 이점에서 향후에는 전국의 모든 도시지역을 연구 범위에 포함하여 도시지역의 물리적 특성이 온열질환자에 영향을 미치는지 재확인할 필요성을 가진다.

다음으로 본 연구는 주상병 질병코드가 T67로 집계된 시군구 단위 온열질환자의 수를 종속변수로 하여 분석을 실시하였다. 그러나 시군구 단위는 온열질환자는 환자가 진료 받은 요양기관 소재지에 따라 분류된다. 따라서 온열질환자 개인의 거주지 등에 대한 정보가 부족하다. 이는 환자가 해당 지역을 이동하는 중이거나 지역의 행사 등 특수한 환경에 참여하였다가 질환이 발생하여 인근 병원에서 진료를 받았을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 향후 연구에서는 도시지역에서의 온열질환자의 행동패턴을 파악하여 온열질환자의 분포가 지역별 특성에 영향을 받는지 심층적으로 분석할 필요가 있다.

참고 문헌

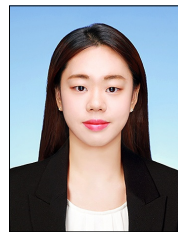
- [1] 기상청(관계부처합동), 2018년 이상기후 보고서, 기상청, 2018.
- [2] 장재연, “기후변화, 지구온난화가 인체 건강에 미치는 영향,” *Orbis Sapientiae*, 제6호, pp.159-175, 2009.
- [3] https://blog.naver.com/with_msp/221346979194, 2018.10.6.
- [4] 신호성, 이수형, “기후변화 건강 취약성 평가지표 개

- 발, 환경정책연구, 환경정책연구, 제13권, 제1호, pp.69-93, 2014.
- [5] M. Kolokotroni, I. Giannitsaris, and R. Watkins, "The effect of the London urban heat island on building summer cooling demand and night ventilation strategies," *Solar Energy*, Vol.80, No.4, pp.389-392, 2006.
- [6] 김용진, 강동화, 안건혁, "기후변화에 따른 도시열섬현상 특성 변화와 도시설계적 대안 모색에 관한 기초연구," *도시설계*, 제12권, 제3호, pp.5-14, 2011(6).
- [7] 오규식, 홍재주, "도시공간 구성요소와 도시열섬현상의 관련성 연구," *도시설계*, 제6권, 제1호, pp.47-63, 2005.
- [8] A. M. Coutts, "Investigating the climatic impact of urban planning strategies through the use of regional climate modeling," *International Journal of Climatology*, Vol.28, pp.1943-1957, 2008.
- [9] 제민희, 정승현, "토지이용 유형별 도시열섬강도 분석," *한국콘텐츠학회논문지*, 제18권, 제11호, pp.1-12, 2018.
- [10] 조혜민, 하재현, 이수기, "도시열섬현상과 사회적 취약계층의 공간적 분포 특성분석," *한국도시행정학회 학술발표대회 논문집*, pp.129-148, 2015.
- [11] 김지영, 이대근, Jan Kysely, "한국 주요도시의 폭염에 대한 기후 순응도 특성," *대기*, 제19권, 제4호, pp.309-318, 2009.
- [12] 정다운, 임숙향, 김도우, 이우섭, "기후요소가 온열질환자수에 미치는 영향," *한국기후변화학회지*, 제7권, 제2호, pp.205-215, 2016.
- [13] 이나영, 조용성, 임재영, "폭염으로 인한 기후변화 취약계층의 사망률 변화 분석 : 서울을 중심으로," *보건사회연구*, 제34권, 제1호, pp.456-484, 2014.
- [14] M. Kolokotroni and R. Giridharan, "Urban heat island intensity in London," *Solar Energy*, Vol.82, No.11, pp.987-998, 2008.
- [15] 김도우, 정재학, 이종철, 염종민, "시군구단위 폭염취약지도," *한국기상학회 학술발표대회 논문집*, pp.64-65, 2015.
- [16] 질병관리본부, *2017 폭염으로 인한 온열질환 신고현황 연보*, 질병관리본부, 2017.
- [17] 김준식, 이동근, 성선용, 정승규, 박종훈, "정규화 지수를 이용한 토지이용에 따른 도시열섬 취약지 특성 분석- 대구시 주거지역을 대상으로," *국토계획*, 제50권, 제5호, pp.59-72, 2015.
- [18] 여인애, 이정재, 윤성환, "도시의 건폐율 및 용적률이 도시기후에 미치는 영향 분석," *한국태양에너지학회 논문집*, 제29권, 제3호, pp.19-27, 2009.
- [19] 조희선, 정유진, 최막중, "도시공간특성이 열섬현상에 미치는 영향," *환경정책*, 제22권, 제2호, pp.27-43, 2014.
- [20] 김태호, 백종인, 반영운, "폭염으로 인한 건강 피해와 사회·경제적 요인 간 관계분석," *Crisisonomy*, 제12권, 제5호, pp.67-78, 2016.
- [21] 정진성, 박종하, "성범죄의 유형별·지역특성별 거시 원인 연구: 전국 읍면동을 대상으로 한 읍이향회귀분석," *통계연구*, 제20권, 제2호, pp.70-92, 2015.
- [22] 이일현, *Easy Flow 회귀분석*, 한나래출판사, 2014.
- [23] 김수봉, 김기호, 조진희, "도시열섬현상의 원인과 대책," *환경과학논집*, 제6권, pp.63-89, 2001.
- [24] 허정훈, *친환경 열섬 완화 도로포장재를 사용한 도시 온도상승 억제효과에 관한 연구*, 서울과학기술대학교 산업대학원, 석사학위논문, pp.3-6, 2013.
- [25] 강형진, 권순만, "지역별 심뇌혈관 질환 사망률의 차이 및 영향요인," *보건행정 학회지*, 제26권, 제1호, pp.12-23, 2016.

저 자 소 개

이 수 미(Su-Mi Lee)

준회원



- 2018년 2월 : 한국교통대학교 도시·교통공학과(공학사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 일반대학원 도시·교통공학과 (석사과정 재학 중)

<관심분야> : 도시계획 및 설계, 도시공간구조

권 일(Ihl Kweon)

정회원

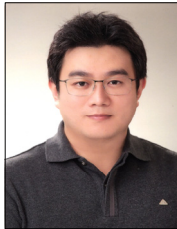


- 1988년 2월 : 한양대학교 도시공학과(공학사)
- 1996년 2월 : 한양대학교 도시공학과(공학박사)
- 1996년 8월 ~ 현재 : 한국교통대학교 도시·교통공학과 교수

〈관심분야〉 : 도시개발, 토지이용, 공간정보

김 용 진(Yong-Jin Kim)

정회원



- 2005년 7월 : 서울대학교 건축학과 건축학 전공(공학사)
- 2012년 2월 : 서울대학교 건설환경공학부 도시계획/설계 전공(공학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 한국교통대학교 도시교통공학과 교수

〈관심분야〉 : 도시개발, 도시정보, 공간복지