ISSN 1225-0740 Journal of the Korean Regional Science Association Vol.38, No.3(2022)
https://doi.org/10.22669/krsa.2022.38.3.03 한국지역학회지 『지역연구』 제38권 제3호 pp.3-17

불법 주정차에 영향을 미치는 도시 환경 요인 분석: 서울시 스마트 불편신고 민원자료를 중심으로

박준상* · 이수기**

Analysis of Urban Environmental Factors Affecting Illegal Parking: Focused on the Smart Civil Complaints Data in Seoul, Korea

Junsang Park* · Sugie Lee**

국문요약 자동차 중심의 생활방식은 도시 공간에서 이점을 제공해 주었지만 교통체증, 대기오염, 교통사고 등 여러 가지 문제를 야기하고 있는 실정이다. 그중 불법 주정차는 도시 공간에서 부정적인 영향을 미치는 대표적인 도시문제 중 하나이다. 본 연구의 목적은 2019년 접수된 서울시 스마트 불편신고 민원 자료 중 불법 주정차 관련 자료를 활용하여 불법 주정차에 영향을 미치는 도시 환경 요인을 분석하고 정책적 시사점을 제공하는 것이다. 불법 주정차 민원의 경우 민원이 발생하는 시간대에 따라 영향요인이 다를 것으로 가정하고, 민원이 발생한 시간대를 전체 시간대, 낮 시간대, 밤 시간대로 구분하여 분석을 진행하였다. 본 연구의 분석 결과로는 토지이용과 POI 시설 수와 지하철 역세권, 도로폭 등의 변수가 불법 주정차와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 반면 주차장 시설은 시설의 유형에 상관없이 불법 주정차 민원과 유의미한 결과가 나타나지 않았다. 본 연구는 스마트 불편신고 민원 빅데이터의 활용을 통해 도시민이 실제 체감하는 도시문제인 불법 주정차 문제를 분석하고 정책적 시사점을 제시하는 데 의의가 있다.

주제어 생활불편 민원, 불법 주정차, 공간 회귀분석, 핫스팟 분석, 물리적 환경

Abstract: The automobile-centered lifestyle has provided many advantages to urban residents, but it is also causing various problems. Among them, illegal parking is one of the representative urban problems that negatively affect them. The purpose of this study is to derive the urban environmental factors affecting illegal parking and provide policy implications by using data related to illegal parking among civil complaints about smart inconvenience reports in Seoul in 2019. It was judged that the influencing factors would differ depending on the time of the complaint, and the analysis was conducted by dividing the time of the complaint into a whole day, daytime, and nighttime. As a result of the analysis of this study, it was found that land-use variables and the number of POI facilities were closely related to illegal parking complaints. Also, the subway station area and road width were

* 한양대학교 도시공학과 석사과정(주저자: june1264@hanyang.ac.kr)
** 한양대학교 도시공학과 교수(교신저자: sugielee@hanyang.ac.kr)

found to be closely related to illegal parking complaints. On the other hand, parking facilities did not show significant results with illegal parking complaints. This study showed that the use of civic complaint data could be used as important data to identify urban problems that city residents actually experience and to come up with policy implications.

Key Words: Civil Complaints, Illegal Parking, Spatial Regression analysis, Built Environment

1. 서론

1) 연구의 배경 및 목적

한국 사회는 산업화와 도시화와 함께 자동차 중심의 교통 발전이 이루어졌으며, 현대를 살아가는 데 있어 자동차는 매우 중요한 교통수단으로 자리 잡고 있다. 이에 따라 자동차 등록 대수 또한 해마다 증가하는 추세이며, 2020년 서울시 자동차 등록 대수는 3,157,361대로 최고치를 기록하였다(국토교통부, 2020). 이러한 자동차 중심의 생활방식은 도시민에게 편리한 접근성, 이동성과 같은 많은 이점을 제공해 준다는 장점이 있지만, 한편으로는 교통체증, 환경오염, 교통사고, 신체활동 부족 등 다양한 문제를 야기하고 있는 실정이다(사경은·이수기, 2018).

그중 불법 주정차 관련 문제는 보행환경, 교통사고, 긴급 차량의 진입, 교통안전 등에 부정적인 영향을 미치는 서울시의 대표적인 도시문제 중 하나이다(이호준 외, 2019). 이에 따라, 현재 서울시에서는 불법 주정차 관련 문제를 포함하여 도시민들의 민원에 대한 즉각적인 대응과 해결을 위해 2012년 8월부터 '서울 스마트 불편 신고' 서비스를 제공하고 있다. 이는 시민들이 신고한 불법 주정차 민원 데이터와 불법 주정차 단속 데이터를 기반으로 불법 주정차 발생에 대한 원인을 규명하고 선제적 예방을 통해 안전하고 쾌적한 도시 환경을 만들기 위함이다.

그러나 불법 주정차와 관련한 민원의 수는 해마다 증가하고 있으며, 관련 연구 또한 주차장의 효율성 제고 또는 단속 방법을 강화하기 위한 연구에 집중되어 있을 뿐 불법 주정차의 발생과 직결되는 도시 환경요인에 관한 연구는 다소 미진한 실정이다. 불법 주정차 발생의 영향요인에 대한 이해가 가능하다면 불법 주정차 저감을 위한 효율적이고 적극적인 대응이 가능할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 서울시 스마트 불편 신고 자료 중 불법 주정차 관련 민원 자료를 활용하여 불법 주정차의 발생에 미치는 도시환경을 분석하고자 한다. 나아가, 민원이 발생한 시간대를 전체 시간대, 낮 시간대, 밤 시간대의 총 세 가지 모형으로 구분하여 분석하였다. 또한, 분석 방법론으로 공간 자기상관을 제어할 수 있는 공간 회귀분석을 활용하여 모형의 정확도를 높였다. 본 연구의 분석 결과를 바탕으로 불법 주정차 저감을 위한 선제적이고 효율적인 대응 방안을 위한 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

1) 생활불편 민원 관련 연구

근린 생활공간에서 발생하는 도시문제는 주거환경을 악화시킬 뿐 아니라 시민들에게 기존 주거지를 떠나는 요인으로 작용할 수 있다(Cao and Wang, 2016; 김선재 외, 2020). 생활 불편을 유발하는 도시문제로는 소음, 환경오염, 주차 부족 문제, 쓰레기 투기, 불법 주정차 등이 있으며, 도시민의 행복 수준과 삶의 질을 높이기 위해서는 도시문제의 해결이 필요하다(김선재 외, 2020).

이러한 도시문제의 해결을 위해 공공 데이터의 활용이 증가하고 있으며, 정부 3.0 시대에는 빅데이터에 대

한 관심이 높아지며 이에따라 민원 데이터에 대한 관심도 높아지고 있는 추세이다(김현종 외, 2018). 민원 데이터는 Bottom-up 방식의 정책 개발 및 정책 품질의 향상을 위해 중요한 데이터이다. 추가적으로, 서울시에서 '서울 스마트 불편신고' 앱을 통해 수집하고 있는 민원 데이터는 민원의 종류별로 다양한 도시의 근린 환경을 평가할 수 있다는 점에서 중요한 의미가 있다(김선재 외, 2020).

지방 중소도시인 진주시를 대상으로 원태홍·유환희(2016)의 연구는 2010년부터 2015년까지 총 6년간의 전자민원 데이터를 활용하여 토지이용과의 연관성을 분석하였다. 전자 민원 데이터의 경우 민원 사유별로 분류한 결과, 불법주차 단속에 관한 민원이 대다수를 이루고 있음을 도출하였다. 추가적으로, 불법 주정차 민원 발생 지점을 공간 지도상에 나타낸 후 토지이용도와 비교한 결과, 불법 주정차 관련 민원은 중심상업지역과 공업·주거시설이 혼재된 지역에 군집 되어 발생하고 있음을 보였다. 또한, 구도심의 경우에는 일반음식점이 많은 곳에 불법 주정차 민원이 집중되고 있음이 확인되었다. 이 연구는 도시공간 차원에서 민원 분석이 도시문제 해결을 위한 정책적 시사점을 도출하는 데 효과적으로 활용될 수 있음을 보였다.

해외의 선행연구를 살펴보면 Zheng et al.(2016)은 미국의 311 플랫폼을 통해 신고된 생활 불편 민원신고 자료와 Point of Interests(POI) 및 도로 네트워크 데이터를 활용하여 뉴욕시의 소음공해를 분석하였다. 이는 민원신고 자료에 포함된 위치정보 데이터를 다양한 분석에 활용할 수 있음을 시사한다. Kontokosta et al.(2017)은 311 민원신고 시스템이 관련 기관과 협력하여 공공 안전 위험을 나타낼 수 있는 특정 민원 사항에 대한 대응 우선순위를 정하게 되면 효율성이 향상될 수 있다고 주장하였다. 따라서 민원 자료를 활용한 연구는 도시민의 생활 불편을 효율적으로 해결하고, 우선순위를 정하는 데 있어 중요한 자료임을 시사한다.

2) 불법 주정차 관련 연구

불법 주정차는 도시에서 발생하는 여러 가지 교통문제 중 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 불법 주정차는 도로 용량 감소, 교통 혼잡, 교통사고, 소방 안전 등을 위한 긴급 차량의 통행 방해, 도시 미관 저하 등을 포함한 여러 문제를 유발하기 때문이다(최인수·전대욱, 2013). 따라서 이러한 불법 주정차에 대한 적절한 대응을 위해서는 원인과 발생 패턴에 대한 올바른 이해가 필수적이라고 볼 수 있다(Cullinane and Polak, 1992).

불법 주정차는 용도지역에 따라 발생 특성 및 요인의 차이가 있으며, 단독주택지 및 공업지역에서는 장시간 주차를 위해, 상업지역에서는 간단한 업무를 보기 위해 불법 주정차가 발생하는 것으로 나타났다(권오식, 2007). 이와 같은 맥락으로 Aljoufie(2016)는 주로 상업지역에서 많은 불법 주정차가 발생하며, 심지어 주차 공간이 있음에도 불구하고 목적지 인근에 불법 주정차를 발생시키는 경향을 보인다고 주장하였다.

서울시 스마트 불편 신고 민원 자료를 활용하여 불법 주정차 관련 연구를 진행한 김동은· 강영옥(2019)의 연구에서는 토지이용 유형, 도로 및 도로 외로 공간 단위를 구분하였을 때 모형의 성능이 전반적으로 좋은 결과가 도출되었다. 또한, 각 유형에 속하는 유동 인구수와 불법 주정차 신고 수는 시간대별로 뚜렷한 차이를 나타내고 있다는 결과가 도출되어 토지이용과 도로 변수 등 핵심 변수를 대상으로 시간대별 분석이 필요하다고 볼 수 있다.

그리스(Greece) 도시의 도로 유형별 구간에서 발생하는 불법 주차 패턴을 분석한 Zoica et al.(2021)의 연구는 도로 특성과 주차의 수요와 공급 사이 균형을 중심으로 불법 주정차 문제를 분석하였다. 분석 결과, 불법 주정차 핫스팟의 식별은 도시에 귀중한 지침을 제공할 수 있고, 도시 설계의 적절한 개입을 통해 불법 주정차 문제를 완화할 수 있음을 보였다. 또한, 불법 주정차의 원인으로 수요를 형성하는 두 가지의 핵심 요소로서 도로 폭과 기존 주차규제의 중요성을 언급하였다. 따라서 도로 폭은 불법 주정차의 수요를 일으키는 주요 물리적 환경 변수 중 하나라고 볼 수 있다.

3) 연구의 차별성

앞서 살펴본 불법 주정차와 관련한 연구들의 한계점은 다음과 같다. 먼저, 불법 주정차에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구의 대다수는 가로 단위, 블록 단위 등 소규모 지역에 대해 불법 주정차 자료를 직접 조사하거나 설문조사를 통해 특정 시점을 분석하였다. 이는 다른 지역까지 적용 시키기에는 한계가 있으며, 시간대에 따라 불법 주정차에 미치는 영향이 다를 수 있기 때문에 선행연구는 분석 결과를 일반화 시키기에 다소 미흡한 실정이다.

추가적으로 대다수의 선행연구에서는 단순히 불법 주정차의 실제 발생 건수를 활용하여 분석을 진행하였기 때문에 불법 주정차로 인해 실제 도시민들이 겪는 불편함의 정도를 파악하기에는 한계가 있다. 다음으로 불법 주정차에 미치는 영향은 시간대에 따라 다를 수 있음에도 불구하고 대부분의 선행연구들은 통합적인 시간대의 불법 주정차 발생에 관한 연구를 진행하였다. 마지막으로, 불법 주정차의 발생은 분석 단위에 따라 공간 자기상관(Spatial autocorrelation)이 발생할 수 있음에도 불구하고 이를 고려한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울시에서 발생한 불법 주정차 관련 민원신고 자료를 활용하여 서울특별시 전체를 분석의 대상지로 설정하였다. 특히, 서울시 시민들에 의해 축적된 실제 민원 빅데이터 자료를 활용함으로써 불법 주정차로 인해 겪는 도시민의 불편함을 보다 효과적으로 분석할 수 있다는 점에서 차별성을 가지고 있다. 추가적으로 불법 주정차 민원 발생에 대한 낮 시간대와 밤 시간대 도시의 물리적 환경요인의 파악을 위해 민원신고가 발생한 시간대를 낮 시간대와 밤 시간대로 구분하였다. 마지막으로 분석 방법론으로 공간 회귀분석(Spatial regression)을 활용하여 공간 자기상관을 제어하여 분석을 진행하였다.

3. 분석자료 및 분석방법

1) 분석변수와 자료 출처

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시이며, 서울시 내에 있는 19,153개의 집계구를 연구의 기본적인 분석 단위로 설정하였다. 공간분석을 진행함에 있어 공간의 스케일을 작게 할수록 공간 회귀모형에 대해 보다 높은 부합도를 보임을 증명하고 있다(Lase et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 통계청에서 통계정보를 제공하기 위해 구축한 최소 통계 구역 단위인 집계구를 분석 단위로 활용하였다. 본 연구에서는 2019년 1년간 '서울 스마트 불편 신고' 앱에 접수된 민원신고 자료 중 중분류 유형이 불법 주정차와 관련된 자료를 종속변수로 활용하였으며, 이에 대한 분포는 〈그림 1〉과 같다.

서울 스마트 불편 신고는 웹 사이트와 모바일 앱 형태로 구축되어 있어 신고를 하는 데 있어 시간이나 공간에 대한 제약이 없어 실시간으로 신고가 가능하다. 서울 스마트 불편신고 데이터의 속성은 신고날짜 및 시간, 신고 주소지, 대분류 이름, 중분류 이름, X 좌표, Y 좌표 등이 기록되어 있는 데이터이다. 해당 속성 중 중분류 이름이 '불법 주정차'인 데이터를 활용하여 분석을 진행하였다. 또한, 불법 주정차 발생에는 시간대별로 영향을 미치는 요인이 다를 것으로 판단되어 불법 주정차 민원이 발생한 시간대를 전체 시간대, 낮 시간대, 밤 시간대로 구분하여 분석하였다. 자료의 가공 및 활용은 R 4.0과 ArcGIS 10.4, QGIS 3.16.6을 활용하였으며 통계 패키지는 GeoDa를 활용하여 분석을 진행하였다.

〈표 1〉은 종속변수와 독립변수의 종류와 자료에 대한 출처이다. 종속변수인 2019년 서울시 생활불편신고 민원자료는 서울시 정보공개 포털을 통해 구축하였다. 독립 변수 중 지역 특성인 생활인구 변수는 서울시와 KT가 공공 빅데이터와 스마트 폰 통신 데이터를 이용하여 추계한 자료로 해당 시간대의 생활 인구 개념이다. 본 연구의 종속변수 특성상 불법 주정차 발생과 민원 제기인 수 두 가지 모두에 영향을 미칠 수 있다고 판단하였기 때문에 이를 제어하기 위해 실시간 생활인

〈그림 1〉 2019년 스마트 불편신고 불법 주정차 민원의 공간적 분포(서울시 강남지역 예시)

구를 대표하는 서울 생활인구 데이터를 활용하였다.

본 연구의 종속 변수로는 집계구별 민원의 갯수를 활용하였다. 따라서 집계구의 생활인구가 많을 수록 민원의 개수가 많아지는 경우가 발생한다. 최종적으로 생활인구 변수는 이러한경우를 제어하기 위한 제어변수의 역할을 하고 있으며, 다른 독립변수 또한 집계구 변 밀도로 계산하여 분석에 활용하였다.

토지이용 특성 변수는 불법 주정차의 공간적 특성에 대해 분석한 권오식(2007)의 연구를 참고하여 주거시설 밀도와 상업시설 밀도로 구분하였다, 주거시설의 경우에는 야간 시간대의 주차난으로 인해 불법 주정차가 많이 발생하며, 상업시설의 경우에는 다양한 목적 통행에 비해 부족한 주차시설로 인해 불법 주정차가 발생할 수 있기 때문이다. 또한, 서울시의 특성상 업무시설 또한 불법 주정차의 발생에 영향을 미칠 수 있을 것이라고 판단하였기 때문에 업무시설 밀도도 변수에 추가하였다. 각 변수는 도로명 주소 DB에서 제공하는 건축물 연면적 데이터를 활용하였으며, 집계구별 밀도를 계산하여 변수를 구축하였다.

POI 특성 변수는 각 분류별 해당 시설의 경위도 좌표, 시설 종류, 리뷰 개수, 시설 명칭 등의 정보를 포함하고 있는 점 형태의 공간 데이터이다. 이러한 POI 데이터는 전통적으로 이용되고 있는 토지이용 데이터에 비해 건물의 용도를 수평과 수직 방향으로 더 세분화하여 특정할 수 있다는 장점이 있다(Yang et al., 2017; Wu et al., 2018). 따라서 불법 주정차는 POI 시설의 특성에 따라서도 영향이 달라질 수 있기 때문에 POI 시설 분류 중 불법 주정차의 발생과 연관이 있을 것으로 판단되는 음식점시설, 가정·생활 시설, 교육 시설, 거주 시설의 네 가지 변수를 밀도변수로 추가하여 활용하였다.

POI 데이터는 이를 활용한 연구인 조월 외(2021)를 참고하여 카카오 맵(Kakao Map) 페이지에서 제공하는 API를 통해 구축하였다. 다만, 데이터의 구득 시점이 2020년이었으며, 분석의 시간적 범위가 2019년이라는 점을 감안했을 때, 1년의 차이는 POI 시설의 변동에 있어 용인 가능한 수준이라고 판단하여 분석에 활용하였다.

교통환경 특성 변수는 불법 주정차에 영향을 미치는 도로 환경 요인을 분석한 이상원(2018)의 연구를 참고하여 집계구별 평균 도로 폭, 버스정류장으로부터의 거리 변수를 활용하였다. 추가적으로, 버스를 포함하여 지하철 또한 대중교통으로의 접근성이 좋을수록 자가용의 이용이 줄고, 이는 그만큼 불법 주정차 발생

〈표 1〉 변수 및 데이터 출처

변수			변수 설명	자료 출처
종속 변수	불법 주정차 민원 개수 (전체 시간대)		집계구별 전체 시간대 불법 주정차 민원 개수 (전체 시간대) / 집계구별 면적 (개/㎢)	서울시 정보공개 포털 (2019)
	불법 주정차 민원 개수 (낮 시간대 06시–19시)		집계구별 낮 시간대 불법 주정차 민원 개수 (06–19시) / 집계구별 면적 (개/㎢)	
	불법 주정차 민원 개수 (밤 시간대 19시–06시)		집계구별 밤 시간대 불법 주정차 민원 개수 (19시–06시) / 집계구별 면적 (개/㎢)	
독립 변수	생활인구 밀도(해당 시간대)		집계구별 생활인구 (해당 시간대) / 집계구별 면적 (명/㎡)	서울 열린 데이터 광장(2019)
	토지 이용 특성	토지이용 혼합도	주거·상업·업무시설 연면적 지역 토지이용 혼합 정도	도로명 주소 DB (2019)
		주거시설 연면적 밀도	집계구별 주거시설 연면적 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
		상업시설 연면적 밀도	집계구별 상업시설 연면적 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
		업무시설 연면적 밀도	집계구별 업무시설 연면적 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
	POI 시설 특성	음식점 수 밀도	집계구별 음식점 POI 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	카카오 맵 (2020)
		가정·생활시설 수 밀도	집계구별 가정·생활시설 POI 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
		교육시설 수 밀도	집계구별 교육시설 POI 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
		거주시설 수 밀도	집계구별 거주시설 POI 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
	교통 환경 특성	교차로 밀도	집계구별 교차로 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	새주소 DB (2019)
		평균 도로 길이	집계구별 평균 도로 길이 (m)	
		평균 도로 폭	집계구별 평균 도로 폭 (m)	
		지하철역까지의 거리	집계구별 중심으로부터 가장 가까운 지하철역까지 거리 (㎞)	
		버스정류장까지의 거리	집계구별 중심으로부터 가장 가까운 버스정류장까지 거리 (m)	서울 열린 데이터 광장(2019)
		횡단보도 밀도	집계구별 횡단보도 개수 / 집계구별 면적 (개/㎢)	
	주차 시설 특성	주차장 면수 밀도(무료)	집계구별 주차장 면수 (무료형) / 집계구별 면적 (면/㎢)	공공 데이터 포털(2019)
		주차장 면수 밀도(유료)	집계구별 주차장 면수 (유료형) / 집계구별 면적 (면/㎢)	
		주차장 면수 밀도(혼합)	집계구별 주차장 면수 (혼합형) / 집계구별 면적 (면/㎢)	

을 줄이는 데 영향을 줄 수 있을 것이라고 판단하여 버스정류장까지의 거리와 지하철까지의 거리 변수를 추가하였다. 도로 폭 변수를 제어하는 데 있어 도로 길이 또한 영향을 미치기 때문에 집계구별 평균 도로 길이 변수를 추가하였다. 다음으로 불법 주정차는 주차장 시설의 공급과 유형에 따라 영향이 있을 것으로 판단하여 주차장 시설 변수를 추가하였다.

2) 분석과정 및 분석방법

본 연구에서는 서울시 불법 주정차 관련 민원에 영향을 미치는 도시의 물리적 환경요인을 미시적으로 분석하고 영향요인들의 시간대별 차이를 알아보고자 한다. 본 연구에서 종속변수로 활용한 불법 주정차 관련 민원 데이터의 경우, 공간정보를 포함하고 있는 데이터이며, 이러한 공간정보를 포함하고 있는 데이터를 활용한 분석에서는 변수의 공간 자기상관(Spatial Autocorrelation)을 고려해야 한다(Anselin, 1988). 이를 위해 본 연구의 순서는 크게 세 단계로 나누어진다.

첫째, 선행연구 고찰을 통해 서울시 집계구별 발생한 불법 주정차 관련 민원의 개수와 가장 밀접한 상관관계를 가지고 있는 변수를 중심으로 독립변수를 구축하였다. 또한, 불법 주정차의 영향요인에 관한 선행연구에서 사용한 변수의 경우에도 분석에 포함하였다. 둘째, 구축한 독립변수는 회귀분석을 통한 다중공선성 검증을 통해 분산 팽창계수 값이 높은 변수를 제거하

여 최종 독립변수를 선택하였다. 셋째, 최종 구축된 독립변수와 종속변수인 집계구별 민원의 밀도를 2019년 평균 일출 시각과 일몰 시각을 기준으로 낮 시간대(06시~19시), 밤 시간대(19시~06시), 그리고 전체 시간대 총 세 가지 모형으로 구분하고 공간회귀모형을 활용하여 분석을 진행하였다.

Tobler(1970, 236)는 지리학 제1 법칙에서 공간에 분포하는 모든 실체는 완전 독립적이지 않으며 실체들 간에 공간적 의존성(Spatial Dependence)을 지닌다고 주장하였다. 따라서 공간상의 실체들은 서로 영향을 주고받으며, 그 영향은 실체들 간의 인접성이나 거리가 가까울수록 더 커진다고 할 수 있다(김광구, 2003). 이러한 특성을 공간 자기상관이라 정의한다. 본 연구는 공간 데이터의 자기상관성으로 인해 위배될 수 있는 선형 회귀모형에서 가정하는 오차항의 독립성을 통제하기 위해 공간 회귀분석을 활용하였다.

공간 자기상관은 공간 자기상관 계수인 Moran's I 계수를 통해 나타내어 지며, Moran's I 계수에 대한 식은 다음 식과 같다. 여기서 W는 공간적 인접성을 나타내는 공간 가중치 행렬을 의미한다. Moran's I값은 −1에서 1 사이의 값으로 나타나며 −1에 가까울수록 부적(negative) 공간 자기상관, 1에 가까울수록 정적(positive) 공간 자기상관이 존재한다고 볼 수 있다. 0에 가까울수록 공간 자기상관이 없음을 나타낸다.

$$Moran's\ I = \frac{n\sum\sum w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{W\sum(x_i-\bar{x})^2}$$

x_i: 공간 i의 값
$\bar{x}$: i의 평균값
n: 개체 수

공간가중치는 거리 기반(Distance Based) 또는 인접 기반(Contiguity Based)의 방식으로 계산된다(Anselin, 2005). 본 연구에서는 인접 기반 방식 중 한 가지인 Queen 방식을 선택하여 가중치를 부여하였다. Queen 방식은 변 또는 모서리를 공유하는 경우에 대해 가중치를 부여하는 방법이다.

본 연구의 공간 단위인 집계구는 형태와 크기가 다양하기 때문에 거리 기반 방식의 가중치를 설정하기보다는 인접 기반 방식의 가중치 설정이 타당하다고 보아 Queen 방식을 선택하였다. 이러한 가중치는 Moran's I 분석뿐만 아니라 Local Indicator of Spatial Association(LISA) cluster 분석과 공간 회귀분석에도 동일하게 활용하여 분석하였다.

4. 분석결과

1) 기술 통계 분석

다음 〈표 2〉는 본 연구에서 사용한 변수들에 대한 기술 통계 분석표이다. 종속변수는 집계구별 불법 주정차 민원 개수이며, 독립변수는 선행연구 고찰을 통해 생활인구 밀도, 토지이용 특성, POI 시설 특성, 교통환경 특성, 주차시설 특성으로 구성하였다. 서울시의 19,153개의 집계구에 대해 2019년의 서울 생활 불편 민원신고 데이터 중 불법 주정차 관련 데이터 425,532개를 활용하여 분석을 진행하였고, 그에 따른 평균, 표준편차, 최솟값, 최댓값을 제시하였다. 추가적으로 독립변수들의 VIF 값은 모두 3 미만으로 변수 간 상관관계 수준은 허용할 만한 수준임을 의미한다.

먼저 불법 주정차 민원의 경우 민원이 발생하지 않은 집계구부터 최대 2,591개의 민원이 발생한 집계구까지 분포되어 있는 것으로 나타났다. 또한, 낮 시간대에는 평균 8.74개, 밤 시간대에는 평균 7.11개의 민원이 발생한 것으로 나타났다. 생활인구 변수의 경우 낮 시간대의 생활인구 평균은 13.95로 민원 발생 개수와는 반대로 일몰 후의 생활인구가 더 많은 것을 확인할 수 있으며, 이는 저녁 시간대에 서울에 거주를 위한 인구들이 퇴근 후 유입되어 생활인구가 증가하는 것으로 판단된다.

토지이용 변수의 경우 건축물 용도 데이터의 연면적을 활용하여 집계구별 연면적을 산출하였으며, 서울시는 평균적으로 주거지역 연면적의 밀도가 평균적으로 가장 높은 비율을 차지하고 있었고, 다음으로 상업지역과 업무지역 연면적 순으로 나타났다. 토지이용 혼합도의 경우 평균 0.27로 나타났으며 토지이용 혼합도

〈표 2〉 기술 통계 분석

Variables			Obs.	Mean	S.D.	Min.	Max.
종속변수		집계구별 민원 개수 (전체 시간대)(개)	19,153	22.22	72.57	0.00	2,591.00
		집계구별 민원 개수 (06시–19시)(개)	19,153	8.74	33.48	0.00	1,224.00
		집계구별 민원 개수 (19시–06시)(개)	19,153	7.11	28.79	0.00	1,082.00
독립변수	생활인구 밀도	생활인구 밀도(전체 시간대)	19,153	12.14	8.94	0.02	319.46
		생활인구 밀도(06시–19시)	19,153	110.60	8.43	0.03	353.59
		생활인구 밀도(06시–19시)	19,153	13.95	10.72	0.01	320.16
	토지이용 특성	토지이용 혼합도	19,153	0.27	0.30	0.00	1.00
		주거시설 연면적 밀도	19,153	1.61	1.48	0.00	20.71
		상업시설 연면적 밀도	19,153	0.14	0.33	0.00	13.85
		업무시설 연면적 밀도	19,153	0.08	0.43	0.00	17.97
	POI 시설 특성	음식점시설 수 밀도	19,153	187.40	358.34	0.00	11,062.59
		가정·생활시설 수 밀도	19,153	354.02	520.77	0.00	14,260.21
		교육시설 수 밀도	19,153	97.72	176.88	0.00	6,312.47
		거주시설 수 밀도	19,153	304.20	259.17	0.00	3,878.02
	교통환경 특성	교차로 밀도	19,153	16.36	41.83	0.00	1,160.09
		횡단보도 밀도	19,153	76.29	118.12	0.00	1,904.76
		평균 도로 길이(m)	19,153	2.30	13.72	0.00	423.20
		평균 도로 폭(m)	19,153	9.85	7.81	0.00	70.00
		버스정류장 접근성(m)	19,153	132.85	90.99	0.54	2,059.01
		지하철역 접근성(㎞)	19,153	0.63	0.41	0.01	4.07
	주차시설 특성	무료 주차장 면수 밀도	19,153	3.24	273.37	0.00	30,293.37
		유료 주차장 면수 밀도	19,153	108.60	998.37	0.00	35,716.84
		혼합형 주차장 면수 밀도	19,153	11.06	246.65	0.00	19,214.06

주: 최솟값이 0인 대부분의 경우는 해당 집계구가 오픈 스페이스, 하천과 같이 비거주 지역임.

가 낮은 집계구부터 높은 집계구까지 다양하게 분포하고 있는 것으로 나타났다.

POI 시설 변수 중 음식점 수 변수는 한식, 양식, 카페 등의 시설이 포함되었으며, 분석에 활용된 POI 시설 중 두 번째로 높은 수준의 밀도를 가지고 있는 것으로 나타났다. 가정·생활 POI 시설 수는 가구 판매, PC방, 의류, 마트 등의 시설이 포함되었으며, POI 시설 변수 중 평균적으로 가장 높은 밀도를 가지고 있었고 편차 또한 가장 큰 것으로 나타났다. 교육 시설 POI 수는 도서관, 독서실, 학원, 학교 등의 시설이 포함되었으며, POI 시설 변수 중 평균적으로 가장 적은 밀도를 가지고 있었고 편차 또한 가장 적은 것으로 나타났다.

마지막으로 거주 시설 POI 수는 고시원, 아파트, 오피스텔, 주거시설 등의 시설이 포함되었으며, 밀도의 수준은 가정·생활 시설 POI와 비슷하였고 편차가 POI 시설변수 중 두 번째로 작은 것으로 나타났다.

교통환경 특성 변수는 교차로, 횡단보도, 도로 길이, 도로 폭, 대중교통 접근성 등 다양한 변수를 고려하였다. 집계구별 평균 도로 폭은 9.85m로 나타났으며, 최대 70m까지 분포하는 것으로 나타났다. 버스정류장의 접근성 변수는 각 집계구별 중심점으로부터 가장 가까운 버스정류장까지의 거리를 계산하여 변수를 구

축하였다. 집계구로 중심으로부터 평균 약 132m의 거리에 가장 가까운 버스정류장이 있는 것으로 나타났다. 하지만 최댓값이 2,059m로 버스정류장까지의 접근성에 있어 편차가 큼을 나타낸다.

지하철역 접근성 변수 또한 집계구별 중심점으로부터 가장 가까운 지하철역까지의 거리를 계산하여 변수를 구축하였으며, 집계구별 중심점으로부터 평균 0.63㎞의 거리에 가장 가까운 지하철역이 있는 것으로 나타났다. 하지만 지하철역 접근성 또한 최댓값이 4.07㎞로 집계구별로 편차가 큰 것을 알 수 있다. 주차시설 특성에서 평균적으로 무료 주차장 보다는 유료주차장의 주차 면수가 많은 것을 알 수 있다. 마지막으로 불법 주정차 단속 CCTV의 경우 평균 29개 정도의 CCTV가 설치되어 있는 것으로 나타났다. 추가적으로 변수 간 다중공선성 문제를 확인하기 위해 도출한 분산 팽창계수(VIF) 값은 3가지 모형 모두 3 미만으로 허용할 만한 수준인 것으로 나타났다.

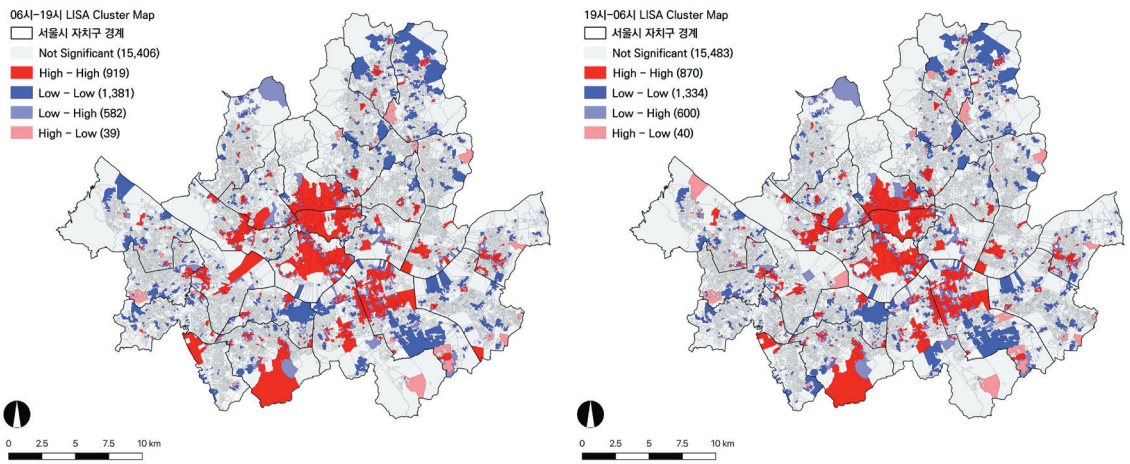
〈그림 2〉는 종속변수인 낮 시간대(06시~19시)와 밤 시간대(19시~06시)의 집계구별 민원 밀도에 대한 LISA 핫스팟 분석 결과이다. 서울시 불법 주정차 민원의 핫스팟 분석 결과 대부분의 불법 주정차가 강북 도심과 강남지역에 집중적으로 분포하고 있는 것을 알 수 있고, 홍대상권과 같은 주요 상권에 집중되어 있는 것을 알 수 있다. 낮 시간대와 밤 시간대의 핫스팟 지역은 거의 유사한 결과값이 도출되었지만, 업무시설이 밀집되어 있는 여의도 지역의 경우 밤 시간대 불법 주정차 민원은 높지 않은 것으로 나타났다.

2) 공간 회귀 분석

공간 회귀 분석을 실행하기에 앞서 〈표 3〉은 Ordinary Least Squares(OLS) 회귀분석 결과의 공간적 자기 상관성을 테스트한 Lagrange Multiplier(LM) 검증 결과이다. 세 가지 모형 모두 LM 통계량이 통계적으로 유의하게 나타나, 불법 주정차 민원의 발생에 공간적 자기상관이 존재함을 확인하였다. 따라서 Spatial Lag Model(SLM)과 Spatial Error Model(SEM)에 대한 LM 통계량 분석을 진행하여 가장 적합한 모형을 선정하고자 하였다.

OLS 회귀모형은 표본 회귀식 잔차의 제곱합을 최소화하는 가중치 벡터를 구하는 방법으로써 선형 모델의 파라미터를 추정하는 가장 기초적인 방법 중 하나이다. 다만, OLS 회귀모형의 경우에는, 변수의 공간 자기상관을 제어할 수 없다는 한계점이 존재하기 때문에 Moran's I값이 유의할 경우, 적절한 분석 방법이라고 할 수 없다.

공간 자기상관을 제어할 수 있는 모형 중 SLM 모형은 종속변수에 공간 자기상관이 존재할 때 사용한다.



〈그림 2〉 낮 시간대 LISA 핫스팟 분석(왼쪽), 밤 시간대 LISA 핫스팟 분석(오른쪽)

〈표 3〉 공간회귀모형 적합도 검증

TEST	모형 1(전체 시간대)			모형 2(낮 시간대)			모형 3(밤 시간대)		
	MI/DF	Value	Prob	MI/DF	Value	Prob	MI/DF	Value	Prob
Moran's I(error)	0.22	44.52	0.00	0.21	43.78	0.00	0.20	41.94	0.00
LM(lag)	1	2,044.14	0.00	1	1,939.77	0.00	1	1,790.35	0.00
Robust LM(lag)	1	83.72	0.00	1	40.51	0.00	1	52.03	0.00
LM(error)	1	1,974.86	0.00	1	1,910.08	0.00	1	1,752.08	0.00
Robust LM(error)	1	14.44	0.00	1	10.83	0.00	1	13.76	0.00
LM(SARMA)	2	2,058.58	0.00	2	1,950.60	0.00	2	1,804.11	0.00

해당 모형은 독립변수에 공간 가중치에 대한 매트릭스를 변수로 포함하여 제어해 주는 방법이며, Rho(ρ) 값이 통계적으로 유의할 때 종속변수에 존재하는 공간 자기상관을 제어하는 것을 의미한다.

SEM 모형은 종속변수의 공간 자기상관이 아닌 오차항에 존재하는 공간 자기상관에 초점을 두는 방식이다. 해당 모형에서는 Lamda(λ)값이 통계적으로 유의할 때 종속변수의 오차항에 존재하는 공간 자기상관을 제어하는 것을 의미한다.

SLM 모형과 SEM 모형에 대한 LM 통계량이 유의하지 않을 경우, 일반 회귀모형이 가장 적합한 모형이라고 할 수 있다. 하지만 SLM 모형과 SEM 모형 모두 LM 통계량이 유의하게 나타났으며, 이러한 경우에는 Robust LM(lag)와 Robust LM(error) 값 중에서 더 유의하게 나타난 모형을 사용하게 된다. 하지만 Robust LM 통계량도 모두 유의하게 나타났기 때문에 두 가지 공간 회귀 모형 가운데 더 적합한 모형을 판단하는 것은 다른 지표를 활용할 필요가 있다.

〈표 4〉는 공간 회귀분석의 모형 추정 결과이며 불법 주정차 관련 민원의 시간대별 차이를 확인하기 위해 세 가지 모형으로 나누어 분석을 진행하였다. 모형 1은 전체 시간대, 모형 2는 낮 시간대, 모형 3은 밤 시간대로 구분하여 분석을 진행하였다. 가장 적합한 모형을 선정하기 위해 AIC 및 SC 값을 비교하였으며, 최종적으로 SLM 모형을 분석 모형으로 선정하였다.

분석 결과는 세 가지 모형 모두 대부분의 독립변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 생활인구 밀도 변수의 경우에는 전체모형인 모형1은 양(+)의 관계가 나타났으나, 밤 시간대 모형인 모형3에서는 음(−)의 관계로 반대의 결과가 도출되었다. 이는 밤 시간대의 경우 생활인구 밀도가 높은 곳에서 불법 주정차 민원이 낮은 것을 의미한다.

토지이용 변수의 경우 모든 모형에서 토지이용 혼합도가 높을수록 불법 주정차 민원이 많은 것으로 나타났다. 이는 토지이용 혼합도가 높을수록 지역으로 유입되는 다양한 목적통행이 발생하며, 이에 따라 주차수요로 인한 불법 주정차 민원이 증가하는 것으로 판단된다. 주거시설 연면적의 경우, 모든 모형에서 통계적으로 유의한 결과가 나오지 않았다. 상업시설 연면적의 경우에는 모든 모형에서 불법 주정차 민원과 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 상업시설 밀도가 높은 곳일수록 불법 주정차에 대한 수요가 많아지며 시간대에 상관없이 음식점 술집 등의 충분한 통행수요가 발생하므로 상업시설 밀도가 높을수록 불법 주정차 민원이 많이 발생한 것으로 판단된다. 이에 대한 내용을 세부적으로 살펴보기 위해 음식점시설 POI 수, 가정·생활시설 POI 수와 함께 살펴볼 필요가 있다.

마지막으로 업무시설 연면적의 경우에도 모든 모형에서 양(+)의 관계로 나타나 업무시설 밀도가 높을수록 불법 주정차 민원이 많은 것을 알 수 있다. 특히, 밤 시간대인 〈모형 3〉에서도 업무시설 밀도가 높을수록 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 업무시설이 밀집하고 있는 도심지역의 경우 업무시설 뿐만 아니라 다양한 용도의 시설이 입지하고 있는 지역이기 때문에 밤 시간대에도 다양한 활동이 이루어지

고 자동차 주차수요도 높기 때문인 것으로 판단된다.

POI 시설의 경우 음식점시설은 전체 모형과 밤 시간대 모형에서 불법 주정차 민원과 양(+)의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이는 저녁 시간대의 퇴근으로 인해 유동 인구 자체가 많아지며 밤 시간대에는 특히 음식점 시설이 많을수록 불법 주정차 민원이 많아지는 것으로 판단된다. 가정·생활시설, 교육시설 POI는 음식점 시설과 반대로 전체 모형과 낮 시간대 모형에서 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 낮 시간대의 불법 주정차 민원은 학생 및 낮 시간대 유동 인구가 많은 가정·생활시설이 많을수록 발생함을 의미한다.

교통환경 변수의 경우, 횡단보도가 많을수록 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 횡단보도가 많은 곳은 일반적으로 상업시설이나 근린생활시설이 많이 입지하고 있는 곳이다. 특히 근린생활 시설이 밀집되어 있는 생활도로 주변의 경우 주차시설이 미비하기 때문에 불법 주정차 민원 신고가 증가하는

〈표 4〉 불법 주정차 회귀분석 모형 결과

변수		모형 1(전체 시간대)		
		OLS	SLM	SEM
생활인구 밀도		−0.091	−0.112 *	−0.119 *
토지이용 특성	토지이용 혼합도	46.698 ***	40.871 ***	48.646 ***
	주거시설 연면적 밀도	−0.495	−0.196	−0.366
	상업시설 연면적 밀도	9.284 ***	7.650 ***	7.639 ***
	업무시설 연면적 밀도	8.225 ***	6.239 ***	5.083 ***
POI 시설 특성	음식점시설 수 밀도	0.029 ***	0.022 ***	0.022 ***
	가정·생활시설 수 밀도	0.002	0.003 **	0.005 ***
	교육시설 수 밀도	−0.013 ***	−0.006 **	−0.008 ***
	거주시설 수 밀도	−0.004 **	−0.008 ***	−0.008 ***
교통환경 특성	교차로 밀도	−0.013	−0.007	−0.010
	횡단보도 밀도	0.022 ***	0.020 ***	0.021 ***
	평균 도로 길이	−0.072 *	−0.051	−0.056
	평균 도로 폭	0.389 ***	0.232 ***	0.191 **
	버스정류장 접근성	0.030 ***	0.025 ***	0.026 ***
	지하철역 접근성	−6.138 ***	−4.403 ***	−7.855 ***
주차시설 특성	주차장 면수 밀도(무료형)	0.000	−0.000	−0.000
	주차장 면수 밀도(유료형)	0.000	0.000	0.000
	주차장 면수 밀도(혼합형)	−0.000	0.000	0.000
Constant		0.610	−3.533 *	3.505
Rho(ρ)		–	0.290 ***	–
Lambda(λ)		–	–	0.301 ***
No. obs.		19,153	19,153	19,153
R-squared		0.12	0.19	0.19
Log likelihood		−108,037	−107,369	−107,379
AIC		216,112	214,779	214,797
SC		216,261	214,936	214,946
Residual Moran's I		0.219 ***	0.002	−0.002

주: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

〈표 4〉 불법 주정차 회귀분석 모형 결과(계속)

변수		모형 2(낮 시간대 06–19시)			모형 3(밤 시간대 19–06시)		
		OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
생활인구 밀도		−0.008	−0.008	−0.009	0.041 **	0.029 *	0.022
토지 이용 특성	토지이용 혼합도	4.820 ***	4.293 ***	4.800 ***	10.808 ***	9.488 ***	11.288 ***
	주거시설 연면적 밀도	−0.049	−0.010	−0.028	−0.111	−0.063	−0.102
	상업시설 연면적 밀도	0.548 ***	0.488 ***	0.483 ***	1.318 ***	1.118 ***	1.230 ***
	업무시설 연면적 밀도	0.990	0.847 ***	0.764 ***	1.217 ***	0.782 ***	0.502 *
POI 시설 특성	음식점시설 수 밀도	0.000	−0.000	0.000	0.007 ***	0.006 ***	0.006 ***
	가정·생활시설 수 밀도	0.000 *	0.000 *	0.000 **	−0.000	0.000	0.001 *
	교육시설 수 밀도	−0.001 ***	−0.001 **	−0.001 ***	−0.003 ***	−0.001	−0.002 **
	거주시설 수 밀도	−0.001 **	0.001 ***	−0.001 ***	−0.001 **	−0.002 ***	−0.002 ***
교통 환경 특성	교차로 밀도	−0.001	−0.000	−0.000	−0.002	−0.001	−0.001
	횡단보도 밀도	0.002 ***	0.002 ***	0.002 ***	0.004 ***	0.004 ***	0.004 ***
	평균 도로 길이	−0.005	−0.005	−0.006	−0.015	−0.009	−0.008
	평균 도로 폭	0.031 ***	0.018 ***	0.016	0.077 ***	0.047 ***	0.037 *
	버스정류장 접근성	0.002 ***	0.002 ***	0.002 ***	0.005 ***	0.004 ***	0.004 **
	지하철역 접근성	−0.464 ***	−0.396 ***	−0.645 ***	−1.443 ***	−0.979 ***	−1.763 ***
주차 시설 특성	주차장 면수 밀도(무료형)	0.000	0.000	0.000	0.000	−0.000	−0.000
	주차장 면수 밀도(유료형)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	주차장 면수 밀도(혼합형)	−0.000	0.000	0.000	−0.00	−0.000	0.000
Constant		0.388 *	−0.066	0.543 **	0.015	−0.976 **	0.695
Rho(ρ)		–	0.282 ***	–	–	0.292 ***	–
Lambda(λ)		–		0.287 ***	–	–	0.304 ***
No. obs.		19,153	19,153	19,153	19,153	19,153	19,153
R-squared		0.06	0.14	0.14	0.10	0.17	0.17
Log likelihood		−64,724	−64,104	−64,111	−81,485	−80,860	−80,861
AIC		129,486	128,248	128,260	163,009	161,761	161,760
SC		129,636	128,406	128,409	163,158	161,919	161,910
Residual Moran's I		0.215 ***	0.001	−0.001	0.206 ***	0.004	0.000

주: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

것으로 판단된다. 횡단보도와 불법 주정차 간의 양(+)의 관계는 횡단보도 보행자 및 운전자의 시야 방해로 인한 보행자 교통사고 위험성이 증가할 확률도 높아진다.

다음으로, 도로의 경우, 도로 폭이 넓을수록 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 넓은 도로 폭은 불법 주정차로 인해 발생하는 통행에 대한 불편이 적을 것이라고 생각하는 운전자들의 심리와도 관계가 있을 것으로 판단된다. 이는 차로 수가 많아질수록 일부 공간을 불법 주정차 공간으로 활용할 가능성이 높다는 이상원(2018)의 연구와 같은 맥락으로 해석할 수 있다.

마지막으로 대중교통과의 접근성 변수를 살펴보면, 모든 모형에서 버스정류장으로부터 멀수록, 지하철역으로부터 가까울수록 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 버스 정류장과 비교할 때 지하철역 주변은 「역세권 개발 및 이용에 관한 법률」의 목적인 역세권 인근 도시환경 개선을 위해 근린 상업, 상

업, 업무시설이 집중되어 있기 때문에 불법 주정차가 많이 발생하는 것으로 판단된다.

주차장 변수의 경우에는 무료, 유료, 혼합형 등 주차장의 유형에 상관없이 공간통계를 적용한 모든 모형에서 통계적으로 유의하게 도출되지 않았다. 이러한 결과는 불법 주정차의 경우 주차장 시설의 공급만으로는 해결할 수 없다는 점을 시사한다. 유료주차장의 경우에는 주차장에서 발생하는 요금으로 인해 유료 주차장의 유무와는 관계없이 불법 주정차가 발생하는 것으로 판단된다. 특히 무료 주차장의 경우에도 불법 주정차 민원 저감에 큰 도움이 되지 않는 것으로 나타났다. 이는 정기수·이영우(2010)의 연구에서 무료 주차장 주변의 불법 주정차 발생은 대부분 최종 목적지와 거리가 있는 경우가 많기 때문에 무료 주차장의 유무와는 상관없이 불법 주정차가 발생한다는 주장과 맥락을 같이한다.

5. 결론

본 연구는 2019년 1년간 서울시 스마트 불편 신고 자료 중 불법 주정차 민원 자료를 집계구 단위로 구축하여 불법 주정차 민원과 도시의 물리적 환경 특성을 시간대별로 분석하였다. 이를 통해 서울시 불법 주정차에 영향을 미치는 도시 환경요인을 분석하고 정책적 시사점을 제시하고자 하였다. 주요 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 토지이용 변수는 불법 주정차 관련 민원과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 우선, 주거, 상업, 업무 용도의 토지이용 혼합도가 높을수록 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 특히 상업시설 밀도와 업무시설 밀도가 높은 곳에서 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것을 알 수 있다. 상업시설이나 업무시설이 밀집되어 있는 지역은 대부분 도심이기 때문에 유동 인구와 방문인구가 많은 지역이다. 따라서 이러한 지역의 불법 주정차 문제의 해결을 위해서는 불법 주정차 단속 강화와 주차장 시설 확충이 필요하다.

둘째, POI 시설 수의 경우, 음식점 시설 수의 밀도가 높을수록 저녁 및 밤 시간대의 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이와 반대로 가정·생활시설, 교육시설 POI는 낮 시간대에서 불법 주정차와 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 시간대별로 유동 인구 및 교통량이 많은 특정 종류의 시설 위주로 불법 주정차 단속의 시간대를 분리하는 것이 효율적일 수 있음을 시사한다.

셋째, 버스 정류장의 경우 버스 정류장까지의 거리가 멀수록 모든 시간대에서 불법 주정차 민원이 많이 발생하는 것으로 나타났다. 버스 정류장의 경우 공간적으로 조밀하게 분포되어 있어 목적지까지의 이동에 있어 자가용을 대체할 수 있기 때문으로 판단된다. 따라서 대중교통 중 버스 서비스의 활성화는 불법 주정차 민원의 저감에 긍정적인 역할을 할 수 있음을 시사한다.

넷째, 주차장 변수의 경우 무료형, 유료형, 혼합형에 관계없이 모든 모형에서 통계적으로 유의하지 않은 결과가 도출되었다. 이러한 결과는 불법 주정차 민원 문제가 주차장 공급과는 큰 관련이 없거나 주차장 시설의 위치와 이용이 편리하지 않기 때문일 것으로 판단된다. 유료주차장의 경우에도 주차요금이 높고 주변에 불법 주정차 공간이 존재할 경우 유료주차장의 주차 공간 점유율은 낮아지고 주변 지역에 불법 주정차를 발생시키는 것으로 볼 수 있다. 또한, 무료 주차장의 경우 주차장과 최종 목적지와의 거리 문제로 인해 목적지와 최대한 가깝게 주차하고자 하는 운전자들로 인해 무료 주차장의 유무와는 상관없이 불법 주정차가 발생하는 것으로 판단된다. 따라서 향후 불법 주정차 민원 저감을 위한 유·무료 주차장의 적정 위치에 대한 연구가 필요함을 시사한다.

대부분의 불법 주정차 관련 연구는 특정 지역을 대상으로 진행하였거나, 특정 유형을 대상으로 분석을 진행하여 일반화를 시키기에는 한계를 가지고 있다. 반면, 본 연구는 서울시 전체의 생활 불편 민원 데이터를 활용하여 미시적인 공간 단위인 집계구를 분석단위로 설정하여 불법 주정차 민원에 영향을 미치는 물리적 환경을 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 서

울시 스마트 불편 신고 민원 데이터를 통해 도시민이 실제 느끼는 도시문제를 파악하고 해결방안을 마련하는 데 기여할 수 있음을 보였다. 나아가 본 연구의 분석 결과는 서울 시민들의 불법 주정차 관련 불만 사항을 한정된 행정력을 활용하여 효율적으로 해결하기 위한 정책적 시사점을 도출하는 데 유용하게 활용될 수 있음을 보였다.

한편, 서울시 생활 불편신고 접수자료에는 민원 자료의 공간정보 특성상 불법 주정차가 발생한 정확한 위치가 아닌 생활 불편 민원신고가 접수된 신고자의 위치가 기록되어 있다. 따라서 실제 불법 주정차의 발생 위치와는 어느 정도 차이가 발생할 수 있다. 또한, 불법 주정차 민원과 시민들이 일상생활에서 체감하는 불법 주정차의 문제는 차이가 있을 수 있다. 예를 들어 주거지역의 경우 지역의 유형에 따라 주차 공간의 부족과 더불어 불법 주정차 문제가 다르게 나타날 수 있다. 이런 부분은 향후 연구에서 지역의 유형을 세밀화하여 불법 주정차 문제에 접근할 필요가 있다.

다음으로 불법 주정차와 밀접한 관련을 가지는 토지이용 변수와 관련하여 POI 시설 변수와 용도별 건축물 연면적 변수의 활용은 토지 이용시설의 개수와 규모를 어느 정도 고려하였다고 판단할 수 있다. 그러나 POI 시설 변수의 경우 시설의 개수와 유형은 알 수 있지만 시설의 규모를 정확하게 파악하기 어려운 한계점을 가지고 있다.

마지막으로 본 연구는 불법 주정차 민원에 영향을 미치는 다양한 도시환경 요인에 대한 인과성을 검증하는 데 한계를 가지고 있다. 불법 주정차 문제에 대한 정량적인 분석 방법 외에도 설문조사와 같은 정성적 분석 방법이나 시계열 자료를 활용한 연구를 통해 구체적인 인과성에 대한 연구가 향후 필요할 것으로 판단된다. 또한, Modifiable Area Unit Problem(MAUP)과 같이 집계된 불법 주정차 민원을 분석하기 위한 공간 단위에 따라 불법 주정차 민원에 영향을 미치는 요인이 달라질 가능성이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 향후 연구에서는 다양한 공간 분석단위에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

국토교통부, 2021,「자동차등록현황보고」, 세종.

권오식, 2007, “불법 주정차행위의 공간적 특성에 관한 연구”, 경일대학교 대학원 석사학위논문.

김광구, 2003, “공간자기상과의(Spatial Autocorrelation) 탐색과 공간회귀분석(Spatial Regression)의 활용”,「정책분석평가학회보」, 13(1), 273-294.

김동은·강영옥, 2019, “LSTM을 활용한 불법 주정차 시공간 예측 모델링: 서울시 민원신고 데이터를 중심으로”,「대한공간정보학회지」, 27(3), 39-47.

김상기·김지훈, 2019, “도로 불법 주·정차로 인한 사회적 비용 추정방안 연구”,「한국도로학회 논문지」, 23(1), 189-195.

김선재·하재현·이수기, 2020, “주거환경 만족도와 생활불편 민원의 연관성 분석: 서울스마트 불편신고 서비스를 중심으로”,「국토계획」, 55(4), 35-49.

김승균·김효각·장동니·박상희·고성제, 2009, “불법 주정차 차량 단속을 위한 차량 검지 및 추적 기법”,「전기전자학회 논문지」, 13(2), 232-240.

김현종·이태헌·유승의·김나랑, 2018, 민원 분석을 위한 텍스트 마이닝 기법 연구: 계층적 연관성 분석, 한국산업정보학회논문지, 23(3), 13-24.

박수진, 2016, “불법 주정차가 교통소통과 안전성에 미치는 영향분석”「한국 ITS학회 학술대회」, 553-558.

사경은·이수기, 2018, “서울시 공공자전거 이용에 영향을 미치는 물리적 환경 요인 분석: 대여소별 거리에 따른 요인의 영향력 차이를 중심으로”,「국토계획」, 53(6), 39-59.

염성관·신성윤·신광성·박상현, 2021, “적응적 가우시안 혼합모델을 이용한 불법 주정차 무인단속시스템”, 한국정보 통신학회 논문지」, 25(3), 396-402.

원태홍·유환희, 2016, “텍스트마이닝에 의한 지자체 민원청구 패턴 분석”,「한국측량학회지」, 34(3), 319-327.

원태홍·유환희·서민송, 2017, “진주시 주차관련 전자민원의 공간패턴분석 및 추이분석”,「지적과 국토정보」, 47(1), 20-31.

이근상, 2020, “드론 영상 기반 딥러닝 알고리즘을 이용한 불법 주정차 번호 인식 기술”,「지적과 국토정보」, 47(1), 5-14.

이상원, 2018, “불법 주정차 영향요인 분석: 서울시 자치구를 대상으로”, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.

이호준·고준호·장준석·이수기, 2019, “자율주행 공유 자동

차 도입에 따른 서울시 주차수요 변화 예측", 「국토계획」, 54(4), 48-60.

장재민 · 김태형, 2017, "불법 주정차의 사회적 비용에 기반한 주차정책방향에 대한 연구", 「교통연구」, 24(3), 45-59.

정기수 · 이영우, 2010, "주차장 운영방식에 따른 주차특성 분석", 「한국산업융합학회 논문집」, 13(1), 5-13.

조월 · 김선재 · 이수기, 2021, "근린환경이 도시활력에 미치는 영향 분석: 도시 빅데이터와 해석 가능한 기계학습을 활용하여", 대한국토도시계획학회 춘계산학학술대회 논문집, pp.1-23, 온라인학회.

최관 · 김민지, 2017, "한국의 불법 주정차 실태와 효과적 법집행 방안", 「한국경찰연구」, 16(3), 337-356.

홍유식 · 김천식, · 한창평 · 오선 · 윤은준, 2009, "RFID 기술과 신경망 알고리즘을 이용한 불법 주차 차량 감시 방법", 「전자공학회 논문지-CI」, 46(4), 13-20.

Aljoufie, M., 2016, Analysis of illegal parking behavior in Jeddah, Current Urban Studies, 4(04), 393.

Anselin, L., 2013, Spatial Econometrics: Methods and Models, Kluwer Academic Publishers, Zuid Holland: Dordrecht.

Anselin, L., 2005, Exporting Spatial Data with GeoDaTM: A Workbook, Spatial Analysis Laboratory, Illinois: Spatial Analysis Laboratory, University of Urbana-Champaign.

Cao, X. J., and Wang, D., 2016, "Environmental Correlates of Residential Satisfaction: An Exploration of Mismatched Neighborhood Characteristics in the Twin Cities", Landscape and Urban Planning, 150, 26-35.

Cullinane, K., and Polak, J., 1992, "Illegal parking and the enforcement of parking regulations: causes, effects and interactions", Transport Reviews, 12(1), 49-75.

Kontokosta, C., Hong, B., and Korsberg, K., 2017, "Equity in 311 Reporting: Understanding Socio-spatial Differentials in the Propensity to Complain", Paper Presented at the Data for Good Exchange 2017, New York: 731 Lexington Avenue.

Lasse, T., M. Pekka, L. Mikko and H. L. Alastair, 2010, "Comparing the effects of neighborhood characteristics on all-cause mortality using two hierarchical areal units in the capital region of Helsinki", Health & Place 16(2), 409-412.

Tobler, W. R., 1970, "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region", Economic Geography, 46(1), 234-240.

Wu, C., Ye, X., Ren, F., and Du, Q., 2018, "Check-in Behaviour and Spatio-temporal Vibrancy: An Exploratory Analysis in Shenzhen, China", Cities, 77, 104-116.

Yang, Y., Yan, Z., Anthony G. Y., Xie, J. Y., Ma, C. L., and Li, Q. Q., 2017, "Measurements of POI-based Mixed Use and Their Relationships With Neighbourhood Vibrancy", International Journal of Geographical Information Science, 31(4), 658-675.

Zheng, Y., Liu, T., Wang, Y., Zhu, Y., Liu, Y., and Chang, E., 2014, "Diagnosing New York City's Noises with Ubiquitous Data", In Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, 715-725.

Zoika, S., Tzouras, P. G., Tsigdinos, S., and Kepaptsoglou, K., 2021, "Casual Analysis of Illegal Parking in Urban Roads: The Case of Greece", Case Studies on Transport Policy, 1-13.

게재신청 2021.12.07
심사일자 2022.01.27
게재확정 2022.08.23
주저자: 박준상, 교신저자: 이수기